



Universidade Nova de Lisboa
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

Indicadores de desempenho das redes de abastecimento de água – aplicação prática ao município de Santiago do Cacém

2 Volumes (Volume I – Dissertação)

Por

Cristina Sofia de Jesus Ferreira

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade
Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Sanitária

Orientador científico: António Carmona Rodrigues

Lisboa 2010

Indicadores de desempenho das redes de abastecimento de água
aplicação prática ao município de Santiago do Cacém



Agradecimentos

À minha família pelo apoio que me tem dado; aos meus amigos que por várias vezes me ajudaram a superar a barreira geográfica entre mim e os serviços da Faculdade de Ciências e Tecnologia; à Câmara Municipal de Santiago do Cacém pelos elementos fornecidos e resposta ao desafio apresentado.

A todos os que contribuíram para o desenvolvimento desta tese, pelas palavras de incentivo e de apoio, pela energia emprestada e pela atenção dispendida, o meu muito obrigado.

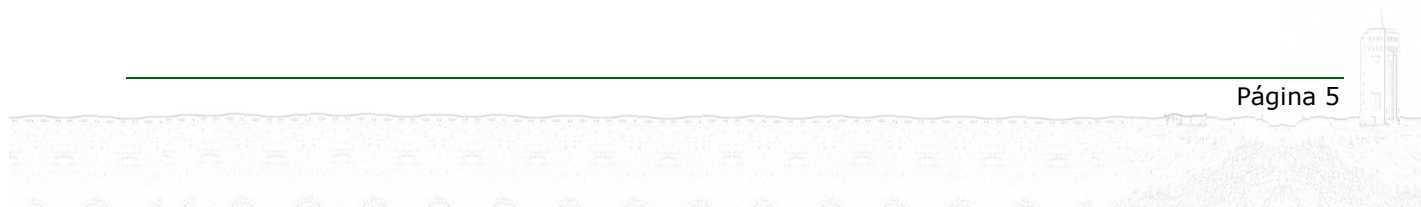


Indicadores de desempenho das redes de abastecimento de água
aplicação prática ao município de Santiago do Cacém

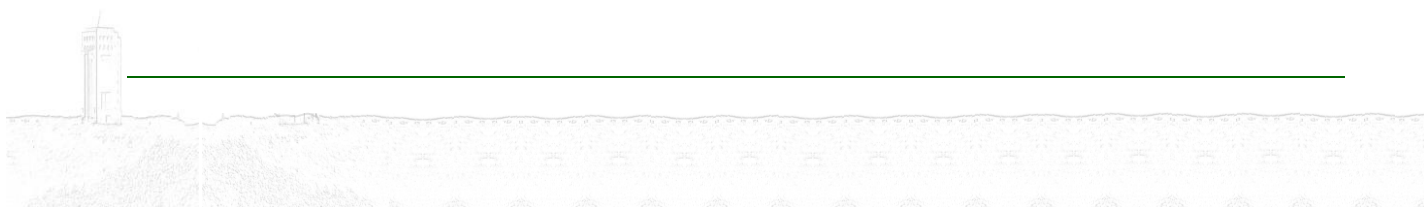


Indicadores de desempenho das redes de abastecimento de água
aplicação prática ao município de Santiago do Cacém

Aos meus pais



Indicadores de desempenho das redes de abastecimento de água
aplicação prática ao município de Santiago do Cacém



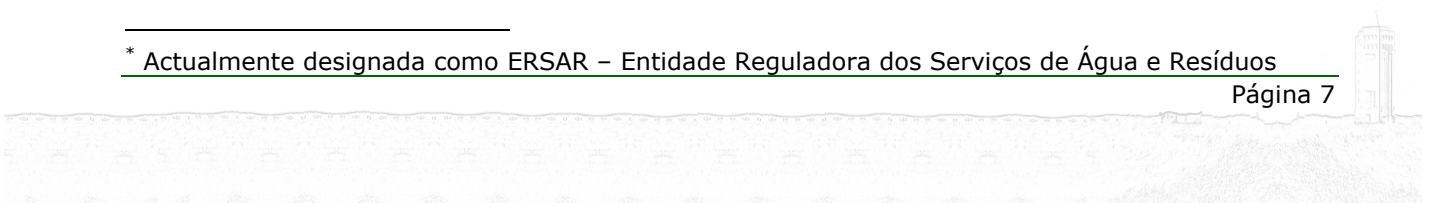
Sumário

A água, bem essencial à vida, tem estado desde sempre associada ao desenvolvimento das populações. Devido à escassez de água doce em condições para o consumo humano, este recurso tem sido alvo de acções concertadas, no sentido de assegurar que a população mundial tem acesso a água potável em qualidade e quantidade suficiente para garantir um nível mínimo de condições higio-sanitárias.

Têm sido vários os esforços desenvolvidos no sentido de tornar mais eficiente e eficaz o uso da água, mais concretamente na sua vertente de abastecimento. Um exemplo destes esforços são os indicadores de desempenho, desenvolvidos pela *International Water Association* (IWA), que permitem tornar mensurável a qualidade do serviço de abastecimento e definir objectivos de melhoria. Estes indicadores foram transpostos para Portugal pelo Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR)*, sendo o seu uso simplificado (oito indicadores) no cálculo do balanço hídrico.

Neste trabalho desenvolveu-se a aplicação do balanço hídrico (auditoria de perdas) ao município de Santiago do Cacém, sendo analisados os resultados obtidos ao longo de três anos e apresentada uma metodologia simplista de análise bem como um conjunto de medidas que devem ser contempladas na elaboração de um plano de acção para a melhoria do sistema de abastecimento deste município.

* Actualmente designada como ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos



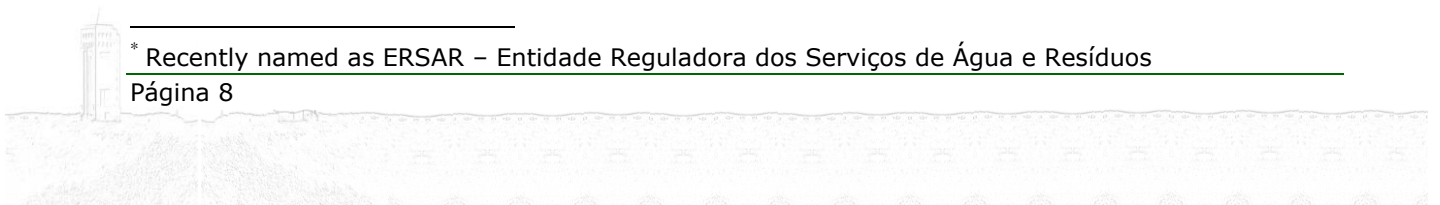
Summary

The water, essential good for survival, has been connected to population development, ever since. Do to the scarcity of fresh water in human consumption conditions; this resource has been the target of concerted actions, in order to secure the access of worldwide population to potable water in quality and sufficient quantity to ensure the minimum level of hygienic-sanitary conditions.

There been developed numerous efforts to ensure a more efficient and effective water use, more specifically in the supply area. One example of this effort is the conception by the International Water Association (IWA) of development indicators, to measure the supply quality and to allow the establishment of improvement goals. These indicators were applied in Portugal through their simplification on the water balance calculation tool (with only eight indicators), developed by the Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR)*.

In this work was applied the water balance tool (losses auditing) to the Santiago do Cacém municipality, and were analysed the results obtain during three years of system exploration. Therefore was developed a simplified methodology to analyse the data available, and was presented a pack of measures that should be considered in the action plan for the improvement of water supply in this municipality.

* Recently named as ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos



Simbologia e notações

- AMR** – Actividades Mais Relevantes
- CMSC** – Câmara Municipal de Santiago do Cacém
- DASB** – Divisão de Ambiente e Saneamento Básico
- EP** – Estradas de Portugal S.A.
- ERSAR** – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
- Fi** – Indicadores económico-financeiros
- ID** – Indicadores de Desempenho
- IRAR** – Instituto Regulador de Águas e Resíduos
- IWA** – *International Water Association*
- IWSA** – International Water Supply Association
- m.c.a.** – metro coluna de água
- NEP** – Nível Económico de Perdas
- ONG's** – Organizações Não Governamentais
- ONU** – Organização das Nações Unidas
- Op** – Indicadores operacionais
- PDM** – Plano Director Municipal
- Pe** – Indicadores de recursos humanos
- PEAASAR** – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais
- Ph** – Indicadores infra-estruturais
- PNA** – Plano Nacional da Água
- PNUA** – Programa das Nações Unidas para o Ambiente
- PNUEA** – Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água
- PPI** – Plano Plurianual de Investimentos
- Qs** – Indicadores de qualidade do serviço
- SAAS** – Serviços Administrativos de Água e Saneamento
- SGQ** – Serviços de Gestão da Qualidade
- WR** – Indicadores de recursos hídricos
- WWF** – *World Wide Fund for Nature*
- ZMC** – Zonas de Medição e Controlo



Indicadores de desempenho das redes de abastecimento de água
aplicação prática ao município de Santiago do Cacém



Índice de Matérias

Capítulo I – Introdução	15
Capítulo II – Objectivos e metodologia	23
Capítulo III – Indicadores de desempenho	27
III.1 – Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água	27
III.2 – Balanço hídrico.....	32
III.3 – Importância dos indicadores de desempenho como instrumento de gestão para as entidades gestoras	42
III.4 – Enquadramento legal	46
Capítulo IV – Aplicação prática ao município de Santiago do Cacém.....	51
IV.1 – Sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém	51
IV.2 – Resultados obtidos com a aplicação da auditoria de perdas	58
Capítulo V – Discussão dos resultados	63
V.1 – Análise dos resultados obtidos	63
V.2 – Alternativas de avaliação.....	71
Capítulo VI – Plano de melhoria de desempenho	77
VI.1 – Importância da implementação de mecanismos de controlo das perdas de água.....	77
VI.2 – Factores que influenciam as perdas de água	83
VI.3 – Formas de monitorização e controlo.....	85
VI.4 – Aplicação de medidas de controlo e combate a fugas	92
VI.5 – Aplicação concreta ao município de Santiago do Cacém	95
Capítulo VII – Considerações finais	101
VII.1 – Conclusões	101
VII.1 – Recomendações finais	104
Bibliografia.....	106



Índice de Figuras

Figura II.1 – Fluxograma com a sistematização da metodologia aplicada	25
Figura III.1 – Ilustração das diversas perdas de água (reais e aparentes) que podem ocorrer num sistema de distribuição de água	34
Figura IV.1 – Localização geográfica do município de Santiago do Cacém e das freguesias que o compõem	52
Figura IV.2 – Precipitação ocorrida no município de Santiago do Cacém, em número de dias por ano	53
Figura IV.3 – Precipitação total ocorrida no município de Santiago do Cacém	54
Figura IV.4 – Produtividade média dos aquíferos subterrâneos, existentes no município de Santiago do Cacém	54
Figura IV.5 – Planta de implantação do sistema de abastecimento de água do concelho de Santiago do Cacém	contracapa
Figura IV.6 – Resultado do balanço hídrico do sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém, em 2008, extraído da ferramenta de auditoria de perdas	60
Figura V.1 – Resultados obtidos pela simplificação da aplicação de fórmulas, para o subsistema das Ademas (A02)	73

Índice de Quadros

Quadro III.1 – Classificação dos indicadores propostos, por grupo e por níveis	29
Quadro III.2 – Decomposição do balanço hídrico nas suas componentes	33
Quadro III.3 – Indicadores de desempenho aplicáveis ao balanço hídrico	36
Quadro III.4 – Discriminação do indicador de ineficiência na utilização dos recursos hídricos	37
Quadro III.5 – Discriminação do indicador de perdas de água por ramal	37
Quadro III.6 – Discriminação do indicador de perdas reais por ramal	38
Quadro III.7 – Discriminação do indicador de perdas aparentes por ramal	38
Quadro III.8 – Discriminação do indicador de índice infra-estrutural de fugas	39
Quadro III.9 – Discriminação do indicador de água não medida	39
Quadro III.10 – Discriminação do indicador de água não facturada em termos de volume	40
Quadro III.11 – Discriminação do indicador de água não facturada em termos de custo	40



Quadro IV.1 – Subsistemas de abastecimento do município de Santiago do Cacém	56
Quadro IV.2 – Média dos resultados obtidos, pela aplicação da ferramenta de auditoria de perdas, aos subsistemas do município de Santiago do Cacém	58
Quadro IV.3 – Resultados obtidos, pela aplicação da ferramenta de auditoria de perdas, ao sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém	59
Quadro IV.4 – Resultados dos indicadores de desempenho obtidos para o sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém e seus subsistemas, para os três anos analisados (2006 a 2008)	Contracapa
Quadro IV.5 – Resultados do balanço hídrico obtidos para o sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém e seus subsistemas, para os três anos analisados (2006 a 2008)	Contracapa
Quadro V.1 – Resultados obtidos, pela aplicação das duas versões da ferramenta de auditoria de perdas, aos dados de 2007 e 2008 do subsistema das Ademas	64
Quadro V.2 – Resultados obtidos para o sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém e valores de referência estabelecidos	66

Capítulo I – Introdução

É consensualmente aceite que a água é o meio universal de todos os seres vivos, sendo um recurso vital à manutenção dos mesmos e dos seus ecossistemas. É também comumente reconhecido que a água é parte essencial da composição orgânica de todos os seres vivos, por vezes, em percentagens superiores a 90% (Kupchella, C. 1993).

Os seres humanos possuem aproximadamente 71% de água na sua constituição, mais ou menos a mesma percentagem de água existente em relação à superfície da Terra (Gore, Al 1993). Dos $1,5 \times 10^{21}$ litros de água que existe na terra, cerca de 97% encontra-se reservada nos oceanos (Kupchella, C. 1993), restando menos de 3% de água doce da qual o ser humano essencialmente depende (Seidenberg, S. 1994). Destes 3% de água doce, a grande maioria está retida na atmosfera e sobre a forma de gelo, aprisionada nos glaciares e nas calotes polares. Da água restante, a maior fracção encontra-se no solo, sobrando menos de 0,01% disponível nos lagos, ribeiros, riachos, rios e sob a forma de precipitação (Gore, Al 1993).

A água teve igualmente manifesta influência no desenvolvimento de civilizações, tendo os rios marcado de forma determinante a fixação de populações e a sua evolução/crescimento, existindo muitas civilizações cujas raízes culturais e engenho se encontram bastante ligados ao usufruto da água (Gomes, R. 2006).



Com uma população mundial de 6 776 954 252 (www.census.gov, 2009) e uma distribuição desigual de recursos hídricos (por exemplo, um canadense pode gastar até 600 litros de água por dia, enquanto que um africano dispõe de menos de 30 litros diários para o seu consumo e higiene pessoais e para manutenção de plantações e rebanhos), não é de estranhar que a falta de acesso a água potável e de saneamento sejam responsáveis pela morte de 1,6 milhões de pessoas por ano (www.ambienteonline.pt, 2009). Este facto traduz-se na morte de 6 000 pessoas todo os dias devido à falta de água potável, na sua maioria crianças, sendo que a cada 15 segundos morre uma criança devido a uma doença relacionada com a água (<http://earth-water.org>, 2009).

Na maior parte do mundo, a pressão do crescimento populacional sobre o sistema hídrico é ainda agravada pelo aumento do uso de água *per capita* (Gore, Al 1993). Considerando que durante o século XX o consumo humano mundial de água aumentou seis vezes, enquanto a população duplicou em igual período, um dos grandes desafios do século XXI é o de conseguir abastecer com água potável o maior número de pessoas, assegurando uma distribuição equilibrada e equitativa.

Estima-se que em 2025, mantendo-se os actuais padrões de consumo e de depleção dos recursos naturais, cerca de 1,8 mil milhões de pessoas viverão em países ou regiões com grave escassez de água, encontrando-se dois terços da população mundial (5,5 biliões de pessoas) sobre stress hídrico, ou seja, sem água em quantidade suficiente para suprir toda a procura.



Em 2050 este número ascenderá a 75% da população mundial (planetasustentavel.abril.com.br, 2009). Prevê-se que nessa altura a procura de água aumente em 50% nos países em desenvolvimento e 18% nos países desenvolvidos, contudo, a disponibilidade mundial de água per capita será menos de metade do que era nos anos 60 do século passado e terá diminuído cerca de 25% face a 1990. Estas estimativas relacionam-se com o aumento populacional esperado e a sua concentração nas grandes cidades, prevendo-se um crescimento de aproximadamente 50% ou seja, 9,5 mil milhões de pessoas até 2050. O crescimento populacional será significativo nos países mais pobres, especulando-se a duplicação da população urbana asiática e um aumento ainda maior da população africana nos próximos 25 anos. Decorrente do aumento da procura, a escassez de água poderá ser, nos próximos 25 anos, o motivo de conflitos violentos entre países e grupos armados que compartilhem os mesmos rios e bacias hidrográficas, tendo sido identificados 46 países, com 2,7 mil milhões de habitantes, onde este risco é elevado (www.ambienteonline.pt, 2009).

Actualmente, mais de 1,7 biliões de pessoas não tem um abastecimento adequado de água potável de confiança e mais de 3 biliões de pessoas não possuem saneamento, correndo o risco de ver a sua água contaminada. No Terceiro Mundo, os efeitos da poluição das águas já se fazem sentir sob a forma de altos níveis de cólera, tifoide, desinteria, diarreia e malária, tanto de causas virais como bacteriológicas (Gore, Al 1993).



Devido à poluição dos lençóis de água superficiais e à ruptura das suas reservas naturais, cerca de um terço da população mundial, 2 mil milhões de pessoas, depende de reservas de água subterrâneas (www.ambienteonline.pt, 2009). De acordo com um estudo do Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA), quatro em cada cinco doenças comuns, nos países em desenvolvimento tem origem quer em água inquinada quer na falta de saneamento, sendo as doenças relacionadas com a água as causadoras de 25 mil mortes por dia, em média, no Terceiro Mundo (Gore, Al 1993). A Organização das Nações Unidas (ONU) traça já um cenário bastante difícil: mais de 1 bilião de pessoas (cerca de 18% da população mundial) estão privadas do volume mínimo de água com qualidade necessária para o consumo.

Prevê-se que em 2025 quase toda a Europa entre em alerta amarelo (existindo actualmente países como a Espanha, Alemanha e Itália onde este alerta já é uma realidade), com destaque para os países da orla mediterrânea (onde se encontra englobado Portugal). Segundo relatório da Comissão Europeia, cerca de 33 bacias hidrográficas localizadas em 13 países dos Estados-Membros sofrem de escassez de água, o que representa 12% do total do território europeu e 19% da população europeia (www.ambienteonline.pt, 2009).

A principal causa para a escassez de água potável é a sua má utilização. Estima-se que, em cada 100 litros de água própria para consumo, 60 litros se perdem devido a maus hábitos de consumo ou distribuição ineficiente.



Um dos exemplos mais gritantes é o do Mar de Aral, na Ásia, que perdeu três quartos do seu volume por causa de projectos de irrigação, à qual se recorre cada vez mais para alimentar as populações em crescimento. Em termos económicos, a agropecuária é a actividade que mais água consome, sendo 69% da água utilizada para a irrigação de plantações, das quais três quintos acaba por se deteriorar devido à utilização de técnicas ineficientes e ecologicamente prejudiciais (Gore, Al 1993). A indústria é responsável por 21% do consumo, enquanto que ao uso doméstico é atribuído apenas 10% do volume total.

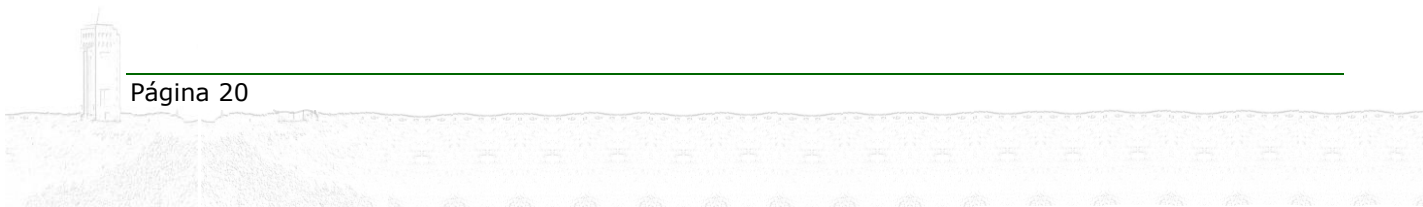
No caso concreto de Portugal, um estudo recente da *World Wide Fund for Nature* (WWF) concluiu que o consumo médio de cada habitante é de 2 264 m³/ano (ou seja 6,2 m³/dia e aproximadamente 6 203 l/dia), onde se inclui para além da água gasta para consumo pessoal, a água utilizadas na produção de bens consumidos (desde o sector agrícola ao energético). Deste volume, cerca de 80% é consumido em bens agrícolas (www.abcdoambiente.com, 2010). Este estudo recente é fundamentado pelo Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), onde se estima que são desperdiçados cerca de 3,1 milhões de metros cúbicos de água por ano, o que corresponde a 40% de toda a água captada em Portugal, com um custo superior a 350 milhões de euros (Alegre, H. et al 2005). Segundo o PNUEA, são estimados desperdícios na agricultura na ordem dos 2,75 biliões de litros, enquanto que no consumo industrial o desperdício estimado é de 0,11 biliões e o do consumo urbano atinge os 0,24 biliões (Gomes, R. 2006).



Uma forma possível para reverter o cenário traçado, ou promover o seu retardamento, passa pelo uso sustentável dos recursos naturais, e por simples e pequenas acções que cada pessoa pode promover, tais como a redução do tempo de banho, o fechar da torneira enquanto se escovam os dentes e se ensaboa a loiça. Estes gestos, apesar de elementares, podem representar uma diminuição de um terço das despesas na utilização doméstica.

Outra forma, passa pela promoção de mudanças a nível económico, quer na agricultura quer na indústria, com a implementação de medidas de utilização eficiente da água e redução de consumos excessivos. Contudo, a grande actuação estará centrada nas acções governamentais, pela sua responsabilidade no investimento na resolução de problemas das infra-estruturas de abastecimento, uma vez que as rupturas nas redes de distribuição, são as responsáveis pelas perdas de grande parte da água tratada, chegando a estimar-se que nalguns países este valor seja de 70%. Por outro lado, o aumento de estações de tratamento e redes de distribuição também poderá refrear o aumento do consumo (planetasustentavel.abril.com.br, 2009) pela redução do comprimento das condutas e consequentemente a diminuição do risco de rupturas e de perdas com detecção tardia.

Assim, e tendo em conta as pressões cada vez maiores sobre este recurso hídrico limitado e as políticas cada vez mais restritivas ao seu uso de modo a evitar o seu desperdício, torna-se um imperativo ambiental a necessidade de proteger e conservar este recurso.

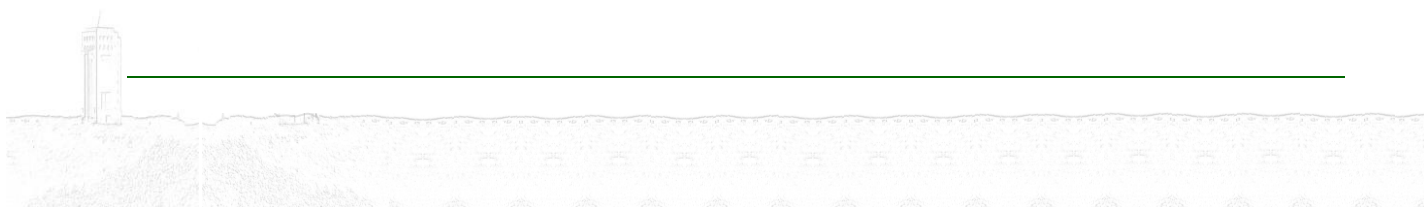


Neste sentido, foram desenvolvidos pelo Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR), actualmente designado por Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), com base na metodologia da *International Water Association* (IWA), os indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água, como instrumento de apoio à gestão das entidades fornecedoras de serviços, possibilitando a eficácia e eficiência crescente dos mesmos, em benefício último dos seus utilizadores.

A eficiência mede até que ponto os recursos disponíveis são utilizados de modo optimizado para a produção de um serviço de qualidade (um aumento da eficiência traduz-se, por exemplo, numa redução dos caudais captados e consequentemente numa maior salvaguarda dos recursos) e a eficácia mede até que ponto os objectivos de gestão (contemplando por exemplo, necessidades vitais, manutenção da qualidade de vida e do desenvolvimento socio-económico), definidos específica e realisticamente, são cumpridos (Alegre, H. *et al* 2004). O grande objectivo será, utilizar menos água para atingir os mesmos fins, gerando como benefícios indirectos a redução da poluição dos meios hídricos e do consumo de energia, dois factores fortemente associados ao consumo de água (Alegre, H. *et al* 2005).



Indicadores de desempenho das redes de abastecimento de água
aplicação prática ao município de Santiago do Cacém



Capítulo II – Objectivos e metodologia

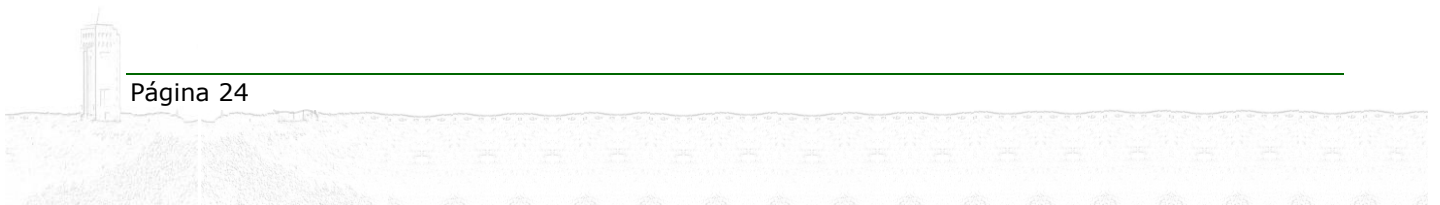
Com este trabalho pretende-se apresentar a aplicação de alguns indicadores de desempenho aos serviços de abastecimento de água do município de Santiago do Cacém. A Câmara Municipal de Santiago do Cacém (CMSC), enquanto entidade gestora tem manifesto interesse na avaliação e quantificação do seu desempenho, com vista à melhoria do serviço prestado. Assim, é conteúdo deste trabalho o resumo da metodologia adoptada pelo Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR, actual ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos) para o desenvolvimento dos indicadores de desempenho, mais concretamente aqueles que compõem o balanço hídrico (ferramenta de auditoria de perdas), sendo efectuada uma análise crítica da sua aplicabilidade e importância enquanto instrumento de regularização.

É também abordado neste trabalho o modelo de abastecimento do município de Santiago do Cacém, bem como a compilação da informação existente para a quantificação dos indicadores de desempenho e a enumeração das eventuais dificuldades encontradas para a obtenção de dados fiáveis (nomeadamente dados de caracterização do sistema de abastecimento, despesas e receitas geradas com o serviço de abastecimento, entre outros), que com fiabilidade atribuam significância aos resultados obtidos. Reunidas estas condições, é efectuada a apresentação dos resultados da aplicação prática dos indicadores de desempenho, para os anos de 2006 a 2008, no sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém e a sua análise crítica.



A análise dos resultados obtidos para o município de Santiago do Cacém efectuada neste trabalho poderá possibilitar, por um lado, a simplificação do procedimento para a obtenção de resultados, com o desenvolvimento de uma abordagem mais expedita mas igualmente adequada à realidade do município. Por outro lado poderão fundamentar o desenvolvimento de um plano de acção (com objectivos e metas bem definidas temporalmente) e a recomendação de algumas medidas que, se implementadas, permitirão melhorar a prestação do serviço de distribuição de água para consumo humano.

A sistematização da metodologia adoptada pode ser observada na figura II.1.



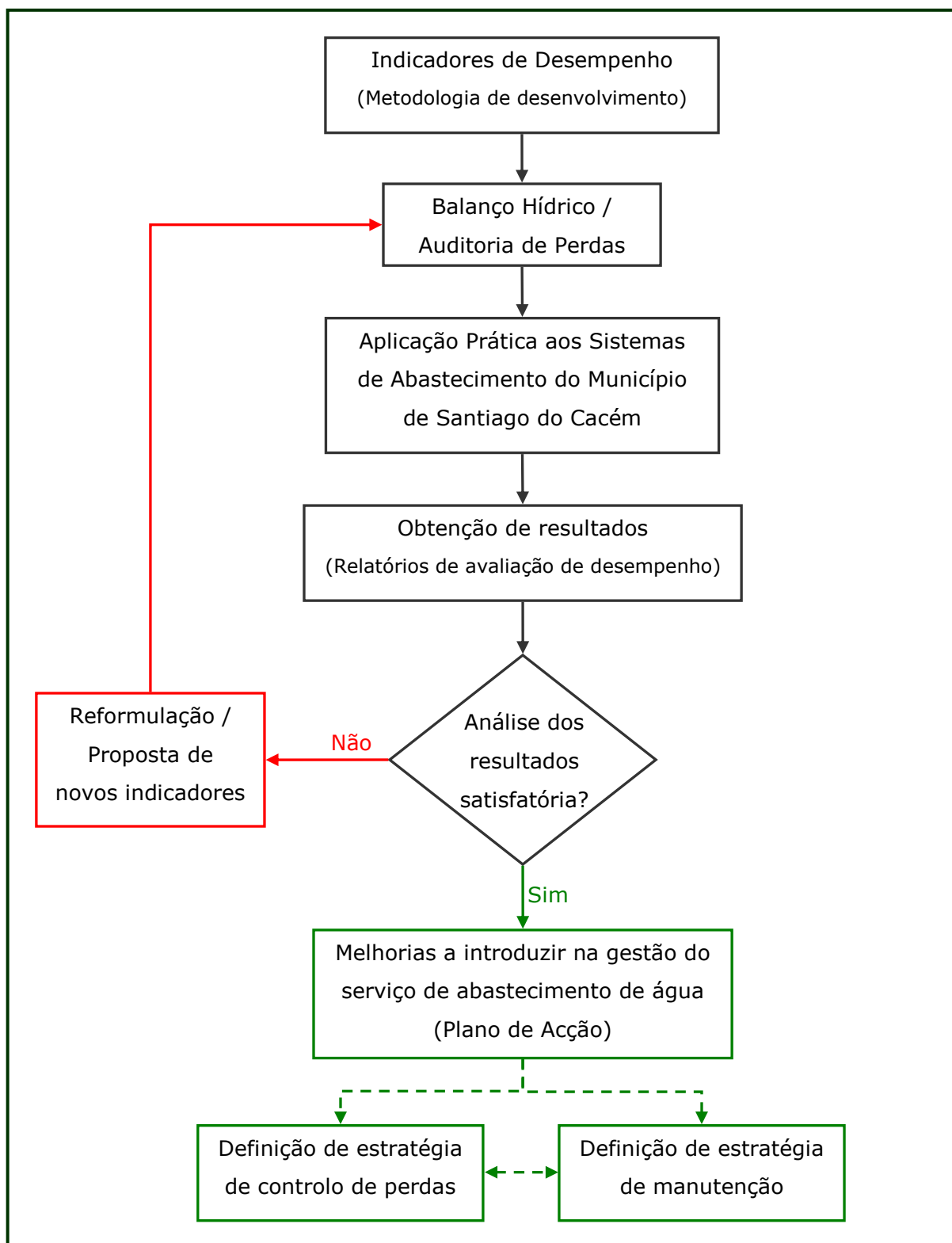


Figura II.1 – Fluxograma com a sistematização da metodologia aplicada

Indicadores de desempenho das redes de abastecimento de água
aplicação prática ao município de Santiago do Cacém



Capítulo III – Indicadores de desempenho

III.1 – Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água

Os indicadores de desempenho (ID) têm grande aplicabilidade em muitos sectores industriais a nível mundial, revelando potencialidades inquestionáveis na indústria da água. Assim, os indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água foram desenvolvidos para responder às solicitações de muitos membros da *International Water Association* (IWA), anteriormente designada por *International Water Supply Association* (IWSA), que gostariam de ver definidas linhas-guia para o abastecimento de água, nomeadamente indicadores a adoptar e informação a recolher para a sua avaliação. Estes indicadores têm o intuito de servir de instrumento de apoio à gestão, permitindo o aumento da eficácia e eficiência dos serviços prestados, beneficiando desta forma os seus utilizadores. Assim, os indicadores de desempenho por se traduzirem numa medida quantitativa de um aspecto particular do desempenho da entidade gestora ou do seu serviço, servem como instrumento de apoio à monitorização, medindo até que ponto os objectivos de gestão estão a ser cumpridos e até que ponto os recursos disponíveis estão a ser optimizados para a produção do serviço.



Os indicadores foram definidos de forma o mais abrangente possível, tendo-se criado um quadro de referência comum, que cobre as necessidades de diversos tipos de utilizadores, nomeadamente: entidades gestoras de sistemas, entidades reguladoras, entidades financiadoras, organizações ambientais ou de defesa do consumidor. Pretendeu-se também que os resultados fossem aplicáveis a entidades de diferente dimensão, nível de desenvolvimento, clima, demografia e características sócio-culturais.

Assim, foram desenvolvidos um total de 158 indicadores, distribuídos por seis grupos:

- Indicadores de recursos hídricos (WR);
- Indicadores de recursos humanos (Pe);
- Indicadores infra-estruturais (Ph);
- Indicadores operacionais (Op);
- Indicadores de qualidade do serviço (QS), e
- Indicadores económico-financeiros (Fi).

De modo a facilitar a adopção e implementação destes indicadores foram estabelecidos três níveis de importância para as entidades gestoras:

- Nível 1 (N1): num total de 28 indicadores, que sintetizam a eficiência e eficácia da entidade gestora;



- **Nível 2 (N2):** num total de 63 indicadores, que fornecem informação mais pormenorizada que os indicadores de nível 1, permitindo uma análise mais profunda;
- **Nível 3 (N3):** num total de 67 indicadores, que constituem um conjunto adicional de indicadores com mais detalhe específico que os anteriores, traduzindo informação relevante para a gestão de topo.

De salientar que os níveis de importância, estão directamente dependentes da fiabilidade do resultado. Assim indicadores de desempenho que poderiam ser classificados como importantes, mas cuja fiabilidade da análise não pode ser garantida, são antes classificados com um menor nível de importância. No quadro III.1 pode observar-se a classificação por níveis efectuada para os seis grupos de indicadores.

Quadro III.1 – Classificação dos indicadores propostos, por grupo e por níveis

Grupo de indicadores	Código	Nível			Total
		1 (N1)	2 (N2)	3 (N3)	
Indicadores de recursos hídricos	WR	1	1	2	4
Indicadores de recursos humanos	Pe	1	5	19	25
Indicadores infra-estruturais	Ph	1	6	8	15
Indicadores operacionais	Op	9	19	12	40
Indicadores de qualidade de serviço	QS	8	18	1	27
Indicadores económico-financeiros	Fi	8	14	25	47
Número total de indicadores	-	28	63	67	158

Adaptado de: Guia Técnico n.º 1, IRAR, 2004

Os indicadores de desempenho são expressos por rácios entre variáveis (dados do operador), podendo ser adimensionais (expressos em percentagem) ou quantitativos, expressando uma intensidade e não uma extensão (por exemplo, o denominador deve representar uma dimensão do sistema em análise ou do operador, como o número de ramais domiciliários, o comprimento da conduta ou os custos anuais, vindo expresso neste último caso em €/m³). O resultado dos indicadores traduz os aspectos mais relevantes do desempenho do operador de uma forma verdadeira e isenta, contribuindo para a quantificação do desempenho sob um dado ponto de vista, numa determinada área e durante um período de tempo específico, facilitando a avaliação do cumprimento de objectivos e a análise da evolução ao longo do tempo. Contudo, por ser uma visão parcial da gestão, é necessário analisar os indicadores no seu conjunto, com conhecimento de informação de base que os contextualize.

Conforme definido no Guia técnico n.º 1 do Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR) - *Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água*, cada indicador requer, individualmente:

- Ser rigorosamente definido, para que o seu significado seja conciso e a sua interpretação seja inequívoca, simples e fácil;
- Possibilitar o cálculo por todos os operadores, sem grande esforço adicional;
- Permitir a verificação por entidades independentes (por exemplo, no caso de auditorias externas);



- Ser medidos e quantificados, objectiva e imparcialmente sobre determinado aspecto específico do desempenho, evitando desta forma julgamentos subjectivos ou distorcidos.

Colectivamente, os indicadores garantem:

- Representação adequada dos aspectos mais relevantes do desempenho, traduzindo a globalidade do sistema;
- Dissociação clara dos indicadores medidos, sem sobreposição de significados e objectivos;
- Mesmo sistema de referência temporal (foi adoptado pelo IRAR, o período de avaliação de um ano) e zonalidade geográfica;
- Aplicabilidade a sistemas com diferentes características e graus de desenvolvimento.

No Apêndice A do volume II, encontram-se descritos os 158 indicadores, a sua fórmula de cálculo e os dados necessários à sua determinação, separados nos seis grupos que os compõem e classificados de acordo com o seu nível de importância. No Apêndice B do mesmo volume, são enunciados os critérios de classificação dos dados recolhidos (por bandas de exactidão e fiabilidade da fonte de informação), necessários para a obtenção de resultados fiáveis.



III.2 – Balanço hídrico

O balanço hídrico é, tal como o seu nome indica, o resultado entre a quantidade de água que entra e a quantidade de água que sai de um determinado sistema, num determinado período de tempo. Em hidrologia, este balanço é muitas vezes aplicado ao ciclo da água, para a determinação do volume de água disponível a dada altura.

O balanço hídrico quando aplicado a um sistema de abastecimento de água, não é mais do que uma forma de aplicação simplificada dos indicadores de desempenho relevantes para a avaliação das perdas de água. O cálculo do balanço hídrico pode ser considerado como um primeiro passo para a implementação dos indicadores de desempenho, permitindo a sistematização da recolha de informação e a avaliação do desempenho actual, podendo inclusive servir como base para a selecção de indicadores mais pormenorizados e mais adequados a cada caso concreto.

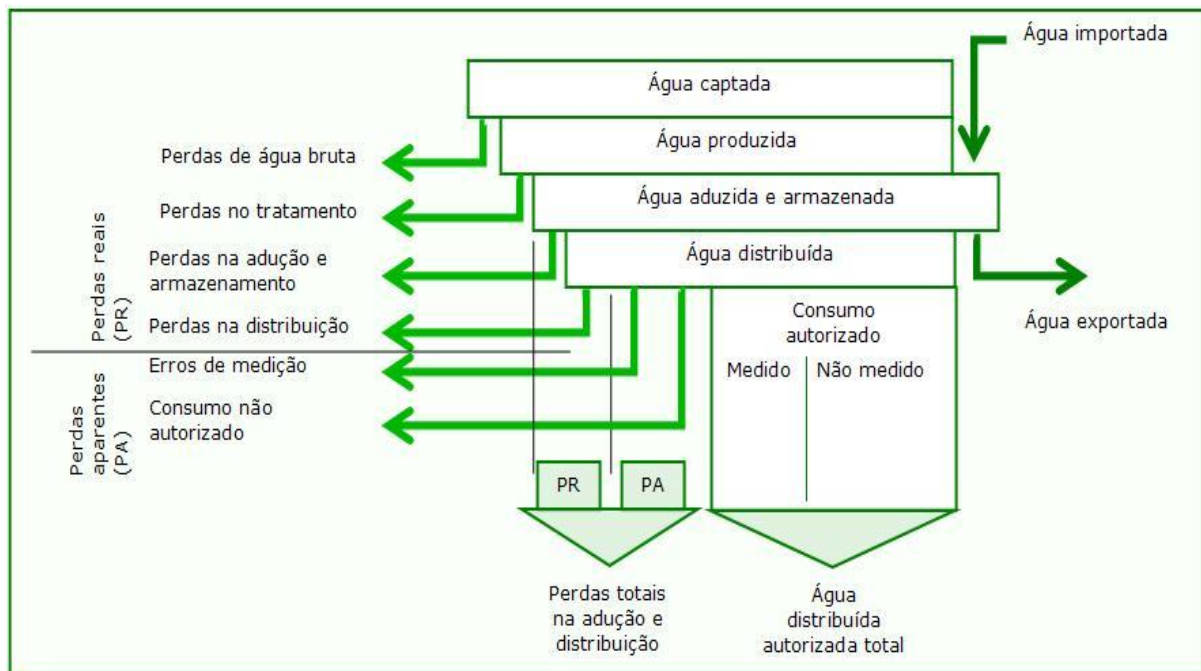
A aplicação do balanço hídrico aos sistemas de abastecimento permite a quantificação de várias componentes (vide quadro III.2 e definição das componentes no apêndice C do volume II) e a determinação das diversas entradas e perdas de água que ocorrem ao longo do sistema de abastecimento (desde a captação, até à distribuição), conforme se ilustra na figura III.1.



Quadro III.2 – Decomposição do balanço hídrico nas suas componentes

Água entrada no sistema [m ³ /ano]	Consumo autorizado [m ³ /ano]	Consumo autorizado facturado [m ³ /ano]	Consumo facturado medido (incluindo água exportada) [m ³ /ano]	Água facturada [m ³ /ano]
			Consumo facturado não medido [m ³ /ano]	
		Consumo autorizado não facturado [m ³ /ano]	Consumo não facturado medido [m ³ /ano]	Água não facturada (perdas comerciais) [m ³ /ano]
			Consumo não facturado não medido [m ³ /ano]	
	Perdas de água [m ³ /ano]	Perdas aparentes [m ³ /ano]	Consumo não autorizado [m ³ /ano]	
			Perdas de água por erros de medição [m ³ /ano]	
		Perdas reais [m ³ /ano]	Fugas nas condutas de adução e/ou distribuição [m ³ /ano]	
			Fugas e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição [m ³ /ano]	
			Fugas nos ramais (a montante do ponto de medição) [m ³ /ano]	

Fonte: Guia Técnico n.º 1, IRAR, 2004



Adaptado de: Alegre, H. 1998

Figura III.1 – Ilustração das diversas perdas de água (reais e aparentes) que podem ocorrer num sistema de distribuição de água

A determinação da água não facturada e das perdas de água deve ser efectuada seguindo um conjunto de passos descritos no Guia técnico n.º 1 do IRAR - *Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água*:

- *Passo 0:* Definição exacta do sistema a auditar (ou subsistemas, ou apenas de um sector de rede) e do período de referência (que à semelhança dos indicadores de desempenho deve ser de um ano);
- *Passo 1:* Determinação do volume de água entrada no sistema;
- *Passo 2:* Determinação do consumo facturado medido e do consumo facturado não medido. A soma destes dois consumos representa o total do consumo autorizado e de água facturada pela entidade gestora;

- *Passo 3:* Cálculo do volume de água não facturada, pela subtracção da água facturada à água entrada no sistema;
- *Passo 4:* Determinação do consumo não facturado medido e do consumo não facturado não medido. A soma destes dois consumos representa o total do consumo autorizado não facturado;
- *Passo 5:* Obtenção do consumo autorizado, pela soma dos volumes do consumo autorizado facturado e do consumo autorizado não facturado;
- *Passo 6:* Determinação das perdas de água, pela diferença entre a água entrada no sistema e o consumo autorizado;
- *Passo 7:* Avaliação das parcelas do uso não autorizado e dos erros de medição, utilizando os melhores métodos disponíveis. A soma destas parcelas indicará o volume de perdas aparentes;
- *Passo 8:* Obtenção das perdas reais, pela subtracção das perdas aparentes às perdas de água;
- *Passo 9:* Avaliação das parcelas das perdas reais, utilizando os melhores métodos disponíveis. Somar os volumes obtidos parcelarmente e compará-los com o resultado das perdas reais calculado.

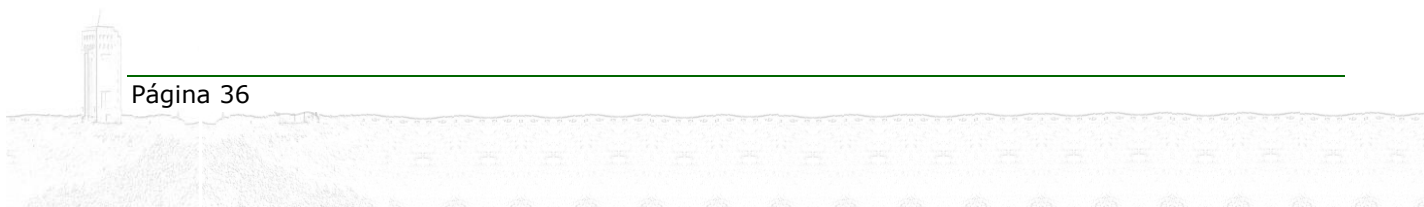
Simultaneamente com a execução destes passos, pode efectuar-se a substituição dos campos apresentados no quadro III.2, de modo a obter no final a aplicação do balanço hídrico ao sistema de abastecimento em análise. A determinação deste balanço hídrico, por considerar o mesmo período de referência dos indicadores de desempenho, permite a integração de um conjunto de oito indicadores, descritos no quadro III.3.



Quadro III.3 – Indicadores de desempenho aplicáveis ao balanço hídrico

Grupo de indicadores	Denominação
Indicadores de recursos hídricos	Ineficiência na utilização dos recursos hídricos
Indicadores operacionais	Perdas de água por ramal
	Perdas reais por ramal
	Perdas aparentes por ramal
	Índice infra-estrutural de fugas
Indicadores económico-financeiros	Água não medida
	Água não facturada em termos de volume
	Água não facturada em termos de custo

A forma de cálculo de cada um destes oito indicadores, a sua designação e nível, os dados necessários e as observações relevantes para a sua determinação, encontra-se discriminada nos quadros seguintes (no apêndice A do volume II, pode ser consultado o texto integral dos indicadores de desempenho desenvolvidos pelo IRAR, que aqui foi adaptado para a aplicação concreta em Portugal, sendo apresentados os valores recomendados pela mesma entidade para os indicadores de desempenho da qualidade do serviço prestado pelas entidades gestoras).



Quadro III.4 – Discriminação do indicador de ineficiência na utilização dos recursos hídricos

Denominação:	WR1 – Ineficiência na utilização dos recursos hídricos (%)	Nível:	1
Descrição:			
Perdas reais durante o período de referência / água entrada no sistema durante o período de referência x 100			
$WR1 = A19 / A3 \times 100$			
A3 - Água entrada no sistema (m ³)			
A19 - Perdas reais (m ³)			
Observações:			
Este indicador traduz a sustentabilidade ambiental da entidade gestora, e pretende avaliar a adequada utilização dos recursos hídricos enquanto bem escasso que exige uma gestão racional.			
Este indicador avalia a parcela de recursos hídricos que se perde desde a entrada de água no sistema até à sua entrega aos consumidores. Este não deve ser interpretado como um indicador operacional ou infra-estrutural, pois, para o mesmo estado de conservação de uma rede, pode apresentar variações significativas em função da densidade de ramais e do consumo médio por ramal.			
Não se recomenda a utilização deste indicador para avaliar a eficiência da gestão dos sistemas de adução e distribuição.			
O valor recomendado pelo IRAR situa-se entre os 0% e os 4% para um bom desempenho das entidades em alta, e entre 0% a 15% para as entidades em baixa (Alegre H. 2009).			
<i>Nota:</i> Este indicador integra o sistema de avaliação desempenho do IRAR.			

Adaptado de: Guia Técnico n.º 1, IRAR, 2004

Quadro III.5 – Discriminação do indicador de perdas de água por ramal

Denominação:	Op23 – Perdas de água por ramal (m ³ /ramal/ano)	Nível:	1
Descrição:			
(Perdas de água durante o período de referência x 365 / duração do período de referência) / número de ramais			
$Op23 = (A15 \times 365 / H1) / C24$			
A15 - Perdas de água (m ³)			
C24 - Número de ramais (n.º)			
H1 - Duração do período de referência (dia)			

Fonte: Guia Técnico n.º 1, IRAR, 2004

Quadro III.6 – Discriminação do indicador de perdas reais por ramal

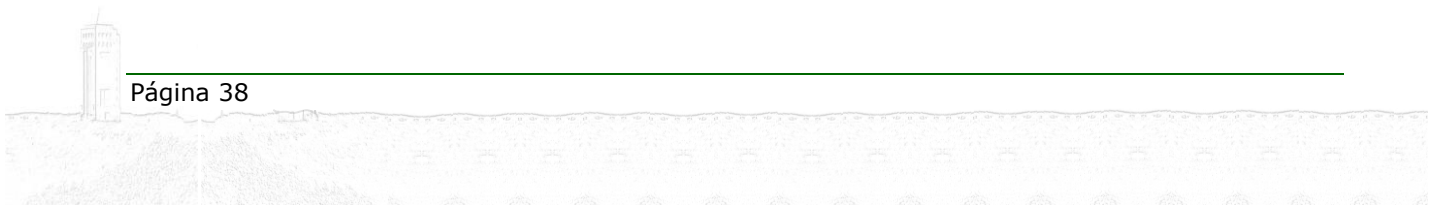
Denominação:	Op27 – Perdas reais por ramal (l/ramal/dia com sistema em pressão)	Nível:	1
Descrição:	<p>Perdas reais durante o período de referência x 1000 / (número de ramais x número de horas em que o sistema está em pressão durante o período de referência / 24)</p> $\text{Op27} = \text{A19} \times 1000 / (\text{C24} \times \text{H2} / 24)$ <p>A19 - Perdas reais (m³) C24 - Número de ramais (n.º) H2 - Tempo de pressurização do sistema (horas)</p>		

Fonte: Guia Técnico n.º 1, IRAR, 2004

Quadro III.7 – Discriminação do indicador de perdas aparentes por ramal

Denominação:	Op25 – Perdas aparentes por ramal (%)	Nível:	2
Descrição:	<p>Perdas aparentes / (água entrada no sistema – água exportada), durante o período de referência x 100</p> $\text{Op25} = \text{A18} / (\text{A3} - \text{A5} - \text{A7}) \times 100$ <p>A3 - Água entrada no sistema (m³) A5 - Água bruta exportada (m³) A7 - Água tratada exportada (m³) A18 - Perdas aparentes (m³)</p>		

Fonte: Guia Técnico n.º 1, IRAR, 2004



Quadro III.8 – Discriminação do indicador de índice infra-estrutural de fugas

Denominação:	Op29 – Índice infra-estrutural de fugas (-)	Nível:	3
Descrição:			
Perdas reais (Op27) / perdas reais mínimas (quando o sistema está em pressão)			
$\text{Op29} = \text{Op27} / (18 \times \text{C8} / \text{C24} + 0,7 + 0,025 \times \text{C25}) / (\text{D34}/10)$			
C8 - Comprimento de condutas (km)			
C24 - Número de ramais (n.º)			
C25 - Comprimento médio dos ramais (m)			
D34 - Pressão média de operação (kPa)			

Observações:

Este indicador é recomendado pelo grupo de trabalho da IWA sobre perdas de água.

Em geral, sistemas com boa manutenção tendem a apresentar valores deste índice próximos de 1,0, enquanto sistemas com deficiente manutenção apresentarão valores mais elevados.

Fonte: Guia Técnico n.º 1, IRAR, 2004

Quadro III.9 – Discriminação do indicador de água não medida

Denominação:	Op39 – Água não medida (%)	Nível:	1
Descrição:			
(Água entrada no sistema – consumo medido) / água entrada no sistema durante o período de referência x 100			
$\text{Op39} = (\text{A3} - \text{A8} - \text{A11}) / \text{A3} \times 100$			
A3 - Água entrada no sistema (m³)			
A8 - Consumo facturado medido (m³)			
A11 - Consumo não facturado medido (m³)			

Observações:

O consumo medido inclui o consumo medido facturado e o consumo medido não facturado. Os consumos estimados não devem ser incluídos.

Fonte: Guia Técnico n.º 1, IRAR, 2004



Quadro III.10 – Discriminação do indicador de água não facturada em termos de volume

Denominação:	Fi46 – Água não facturada em termos de volume (%)	Nível:	1
Descrição:	Água não facturada / água entrada no sistema x 100, durante o período de referência $Fi46 = A21 / A3 \times 100$ A3 - Água entrada no sistema (m ³) A21 - Água não facturada (m ³)		
Observações:	<p>Este indicador traduz a sustentabilidade económico-financeira da entidade gestora e destina-se a avaliar o seu nível de sustentabilidade, no que concerne às perdas económicas correspondentes à água que, apesar de captada, tratada, transportada, armazenada e distribuída, não chega a ser vendida aos utilizadores.</p> <p>O valor de referência deste indicador deve ser tão baixo quanto técnica e economicamente viável, traduzindo-se num elevado aproveitamento da água captada, pelo que não são desejáveis valores acima dos 5% para os sistemas em alta e 20% para os sistemas em baixa ou mistos (Alegre H., 2009 e Hidroprojecto, 2009).</p> <p><i>Nota:</i> Este indicador integra o sistema de avaliação desempenho do IRAR.</p>		

Adaptado de: Guia Técnico n.º 1, IRAR, 2004

Quadro III.11 – Discriminação do indicador de água não facturada em termos de custo

Denominação:	Fi47 – Água não facturada em termos de custo (%)	Nível:	3
Descrição:	Valor dos componentes de água sem proveito / custos correntes anuais x 100, durante o período de referência $Fi47 = ((A13 + A18) \times G57 + A19 \times G58) / G5 \times 100$ A13 - Consumo autorizado não facturado (m ³) A18 - Perdas aparentes (m ³) A19 - Perdas reais (m ³) G57 - Tarifa média para consumidores directos (€/m ³) G58 - Custo unitário assumido das perdas reais (€/m ³) G5 - Custos correntes (€)		
Observações:	<p>Este indicador representa a soma das avaliações do consumo autorizado não facturado, das perdas aparentes e das perdas reais. Habitualmente, é útil calcular e analisar os três componentes de Fi47 separadamente.</p>		

Fonte: Guia Técnico n.º 1, IRAR, 2004

Para a implementação do balanço hídrico e determinação dos indicadores de desempenho a ele associados, o IRAR desenvolveu uma ferramenta de cálculo em Excel, denominada Auditoria de Perdas, onde é possível a quantificação dos dados necessários. Após a inserção de todos os dados, obtém-se três folhas com os resultados:

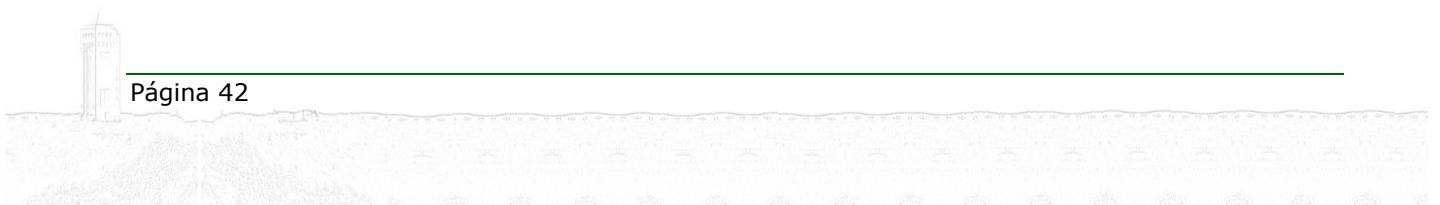
- Na primeira, são discriminados os volumes dos componentes do balanço hídrico e dos indicadores de desempenho com a respectiva gama de exactidão (erros de medição ou incerteza associada, consoante se utiliza a versão 2.0 de Junho de 2005 ou a versão 2.04 de Outubro de 2006);
- Na segunda, é detalhado o cálculo dos indicadores de desempenho; e
- Na terceira, são apresentados os resultados do balanço hídrico num gráfico circular e num quadro (semelhante ao apresentado no quadro III.2).



III.3 – Importância dos indicadores de desempenho como instrumento de gestão para as entidades gestoras

Partindo do pressuposto que as entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água partilham de princípios e objectivos de gestão comuns, ou seja, visam a satisfação do maior número de consumidores com o melhor uso possível dos recursos disponíveis, podem considerar-se como cinco, os principais objectivos de uma entidade gestora:

- Proporcionar um nível de serviço apropriado aos consumidores, assegurando o cumprimento das políticas nacionais e regionais estabelecidas, bem como o cumprimento dos requisitos estatutários ou outras obrigações legais;
- Obter uma elevada produtividade, através da valorização profissional e de carreira dos recursos humanos, de acordo com as qualidades e as aptidões dos colaboradores;
- Minimizar o passivo ambiental, pela maximização da eficiência na utilização dos recursos hídricos e ambientais;
- Garantir que a aplicação dos recursos financeiros é efectuada com a máxima eficiência;
- Planear, construir, operar e manter as infra-estruturas de saneamento, da forma mais eficiente e eficaz.



Considerando que:

- Em alguns sistemas públicos de Portugal, segundo estudos efectuados, o valor médio de roturas em condutas e ramais obtido é superior à média verificada noutros países na Europa ou na América (Gomes, R. 2006);
- Os valores de perdas apresentados pelas entidades gestoras portuguesas são da ordem dos 30% a 40%, rondando a média nacional um valor de aproximadamente 36%, o que corresponde a um valor aproximado de 70 milhões de euros;

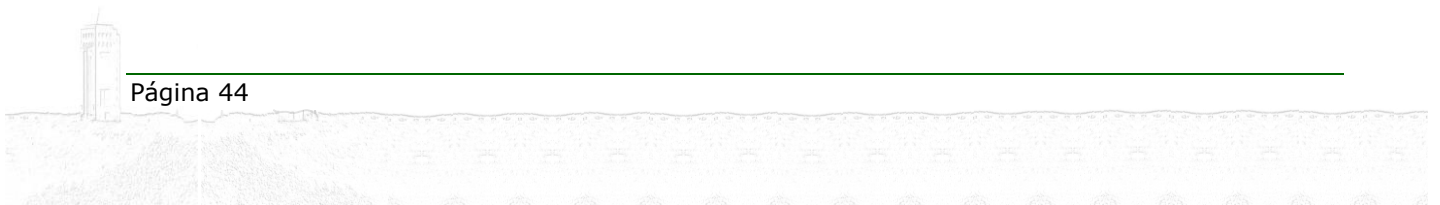
a redução de perdas vai permitir significativos ganhos económicos, funcionando como incentivo para a definição e implementação de uma estratégia activa de controlo de perdas. Esta gestão activa irá permitir alcançar, como foi salientado por alguns casos de estudo portugueses, consideráveis benefícios na qualidade da água, no nível de atendimento a clientes, nos custos de manutenção e de compra de água e na satisfação quer dos clientes quer dos consumidores, contribuindo ainda para alcançar a meta de 15% definida para as entidades gestoras portuguesas (Alegre, H. *et al* 2005).

Deste modo a avaliação de desempenho dos serviços de abastecimento de água irá necessitar de uma sistematização da recolha e do tratamento dos dados, conduzindo à criação de um conjunto de ferramentas de controlo, entre as quais, a determinação do custo limite de reparação e manutenção acima do qual o sistema é rentável, dados os custos económicos, de saúde pública, ambientais e sociais (Gomes, R. 2006).



São ainda de destacar as seguintes vantagens da utilização dos indicadores de desempenho:

- Auxiliam ao auto-controlo, permitindo a monitorização das decisões tomadas e a comparação entre os objectivos de gestão estabelecidos e os resultados obtidos;
- Permitem uma resposta melhor e mais oportuna por parte dos gestores, fornecendo a informação-chave para uma atitude mais pró-activa, ao invés duma atitude reactiva baseada nas disfunções aparentes dos sistemas;
- Facilitam a identificação de pontos fortes e pontos fracos nos diversos sectores das entidades gestoras, permitindo a adopção de medidas correctivas que visem a melhoria da produtividade, dos procedimentos e das rotinas de trabalho;
- Permitem a implementação de rotinas de *benchmarking* na entidade gestora, quer interna (por comparação do desempenho em diferentes unidades operacionais) quer externamente (por comparação do desempenho com outras entidades gestoras semelhantes), promovendo sempre que possível melhorias;
- Fornecem uma base técnica de suporte a processos de auditoria à actividade;
- Proporcionam aos utilizadores directos, indirectos e pró-activos uma interpretação fácil e objectiva da informação, traduzida como uma medida da qualidade do serviço prestado.



Contudo, o sucesso da implementação de um sistema de indicadores de desempenho, por mais simplista que o modelo seja, implica:

- Uma selecção correcta dos indicadores a avaliar;
- Envolvimento, interesse e empenho directo do topo da entidade gestora;
- Aplicação de procedimentos de recolha da informação coerentes;
- Interpretação correcta dos resultados para utilização na melhoria do desempenho da entidade (Gomes, R. 2006).

Importa ainda referir, que até à data, a utilização dos indicadores de desempenho na vertente balanço hídrico/auditoria de perdas, pelas entidades gestoras tem sido totalmente voluntária (enquanto que as entidades concessionárias utilizam desde 2004, com cariz obrigatório os indicadores de qualidade do serviço), sendo estas encorajadas pelo IWA e pelo IRAR a atingir um grau de bom ou excelente, pela aplicação consistente dos indicadores de desempenho, após ponderação cuidada dos graus de confiança da exactidão e fiabilidade dos dados (descritos no apêndice B, do volume II).

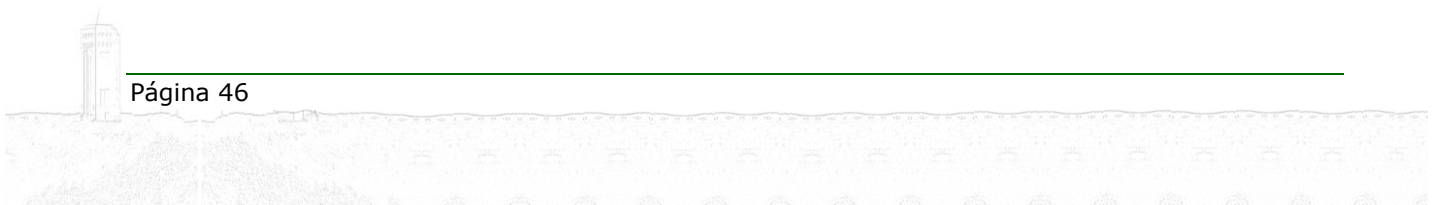


III.4 – Enquadramento legal

Em Portugal tem-se verificado uma evolução no sector do abastecimento de água, encontrando-se actualmente 93% da população abrangida por sistemas públicos com qualidade de água muito aceitável (Rodrigo C., *et al* 2007). Estes resultados são um reflexo do esforço que tem sido desenvolvido neste sector, principalmente nesta última década.

Contudo, desde muito cedo que está patente na legislação nacional a necessidade de racionalizar os recursos naturais e evitar os seus desperdícios. São exemplos disso, a Constituição Portuguesa, em vigor desde 25 de Abril de 1976, onde se pode ler como incumbência do Estado, no ponto 2 do Artigo 66.º - Ambiente e qualidade de vida a necessidade de *promover o aproveitamento racional dos recursos naturais, salvaguardando a sua capacidade de renovação e a estabilidade ecológica, com respeito pelo princípio da solidariedade entre gerações*.

Estas preocupações foram ainda mais evidenciadas na Lei de Bases do Ambiente (Lei n.º 11/87, de 7 de Abril, alterada pela Lei n.º 13/2002, de 19 de Fevereiro), que apresenta como princípio geral, no seu artigo 2.º, a definição de uma política de ambiente com o objectivo de otimizar e garantir a continuidade de utilização dos recursos naturais qualitativa e quantitativamente, como pressuposto básico para um desenvolvimento auto-sustentado. Para tal, enuncia no seu artigo 3.º alguns princípios específicos, tais como:



- O princípio da prevenção

as actuações com efeitos imediatos ou a prazo no ambiente devem ser consideradas de forma antecipativa, reduzindo ou eliminando as causas, prioritariamente à correcção dos efeitos dessas acções ou actividades susceptíveis de alterarem a qualidade do ambiente, sendo o poluidor obrigado a corrigir ou recuperar o ambiente, suportando os encargos daí resultantes, não lhe sendo permitido continuar a acção poluente;

- O princípio do equilíbrio

devem criar-se os meios adequados para assegurar a integração das políticas de crescimento económico e social e de conservação da Natureza, tendo como finalidade o desenvolvimento integrado, harmónico e sustentável;

- O princípio da participação

os diferentes grupos sociais devem intervir na formulação e execução da política de ambiente e ordenamento do território, através dos órgãos competentes de administração central, regional e local e de outras pessoas colectivas de direito público ou de pessoas e entidades privadas;

- E o princípio da responsabilização

aponta para a assunção pelos agentes das consequências, para terceiros, da sua acção, directa ou indirecta, sobre os recursos naturais

entre outros. Estabelece ainda esta lei no ponto 3 do seu artigo 10.º, que devem ser regulamentadas em legislação própria *a utilização racional da água, com a qualidade referida para cada fim, evitando-se todos os gastos desnecessários e aumentando-se o grau de reutilização; e o desenvolvimento coordenado das acções necessárias para conservação, incremento e optimização do aproveitamento das águas de superfície e subterrâneas, tendo por base projectos de conjunto.*



Em 1999, é publicada a Lei n.º 159/99, de 14 de Setembro, que estabelece o quadro de transferência de atribuições e competências para as autarquias locais, onde é estipulado no artigo 26.º - Ambiente e Saneamento Básico, que é da competência dos órgãos municipais o planeamento, a gestão de equipamentos e a realização de investimentos nos sistemas municipais de abastecimento de água. Assim a partir desta data, foi reforçado o papel dos municípios enquanto entidades gestoras com competência pela salvaguarda dos recursos naturais.

Como consequência da consciência ambiental que tem vindo a ser adquirida e que transparece cada vez mais na legislação, e com a necessidade de regulamentar ainda mais o sector de abastecimento, foi estipulada na segunda geração do Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais (PEAASAR) 2007-2013 o objectivo de servir cerca de 95% da população, com sistemas públicos de abastecimento de água.

Já em 2005, foi publicada a Resolução do Conselho de Ministros n.º 83/2005, de 19 de Abril, que aprova o Programa de Acompanhamento e Mitigação dos Efeitos da Seca, onde se pode ler que *a água desempenha um papel tão vital nas actividades humanas que todas as medidas devem contribuir para a sua disponibilização em quantidade e qualidade no espaço e no tempo*. Simultaneamente, é publicada a Resolução do Conselho de Ministros n.º 113/2005, de 30 de Junho, que aprova o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água - Bases e Linhas Orientadoras (PNUEA).



E mais tarde, nesse mesmo ano, é publicada a Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro) que vincula a elaboração do Plano Nacional da Água (PNA). Sendo esta complementada em 2006, pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março que vincula a elaboração dos Planos de Gestão de Região Hidrográfica.

Estes elementos de planeamento, vêm determinar metas de redução com base na percentagem de água não facturada, sendo estabelecido que no caso desta ser superior a 50%, deve atingir-se o nível de 35% até 2006 e o nível dos 30% até 2012. Caso este valor já se situe entre os 30% e os 50%, então deve atingir-se o patamar mínimo até 2006 e reduzir para 15 % a água não facturada até 2020 (Hidroprojecto, 2009). Já o PNUA preconiza como medida prioritária, para a melhoria da utilização da água no sector urbano, a redução de perdas de água nos sistemas públicos de abastecimento (Alegre H., *et al* 2005).

A regulação dos serviços de água têm como principal preocupação a protecção dos interesses dos utilizadores, quer pela promoção da qualidade de serviço prestado quer pela garantia do equilíbrio dos tarifários praticados. Esta actividade, por constituir um serviço público de carácter estrutural, essencial ao bem-estar, à saúde pública e à segurança das populações, deve guiar-se por princípios de universalidade no acesso, de continuidade e qualidade de serviço, e de eficiência e equidade dos preços (Alegre H., *et al* 2006).



Com a entrada em vigor, no dia 1 de Janeiro de 2010 do Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de Agosto, que estabelece o regime jurídico dos serviços municipais de abastecimento público de água, ficou patente no seu artigo 10.º a necessidade das entidades gestoras efectuarem a análise de desempenho, através da implementação de mecanismos de avaliação. Esta análise passará a ter um cariz anual, com posterior divulgação pública dos resultados, pela entidade reguladora. Decorre assim, deste diploma a alteração da designação do Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR) para Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), pelo aumento da sua abrangência de regulação, á qual caberá medir, avaliar e divulgar os níveis de satisfação dos utilizadores dos serviços.

Capítulo IV – Aplicação prática ao município de Santiago do Cacém

IV.1 – Sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém

Localizado na região do Alentejo e no distrito de Setúbal, o município de Santiago do Cacém é o 12º maior município do país, confrontando a norte com Grândola, a nordeste com Ferreira do Alentejo, a Leste com Aljustrel, a Sul com Ourique e Odemira e a Oeste com Sines, onde também dispõe de uma frente litoral (conforme se ilustra na figura IV.1).

Este município composto por 11 freguesias:

- Abela;
- Alvalade Sado;
- Cercal do Alentejo;
- Ermidas-Sado;
- Santa Cruz;
- Santiago do Cacém;
- Santo André;
- São Bartolomeu da Serra;
- São Domingos da Serra;
- São Francisco da Serra e
- Vale D'Água;

estende-se por uma área de 1 059,8 km² onde residem 29 482 habitantes, resultando numa densidade populacional de 27,8 hab./km² (www.ine.pt, estatísticas territoriais de 2008). Grande parte da área deste concelho situa-se sobre a bacia hidrográfica do Sado, abrangendo ainda que em menor escala, as bacias de Melides e de Mira (Aqua Eps, 2007).



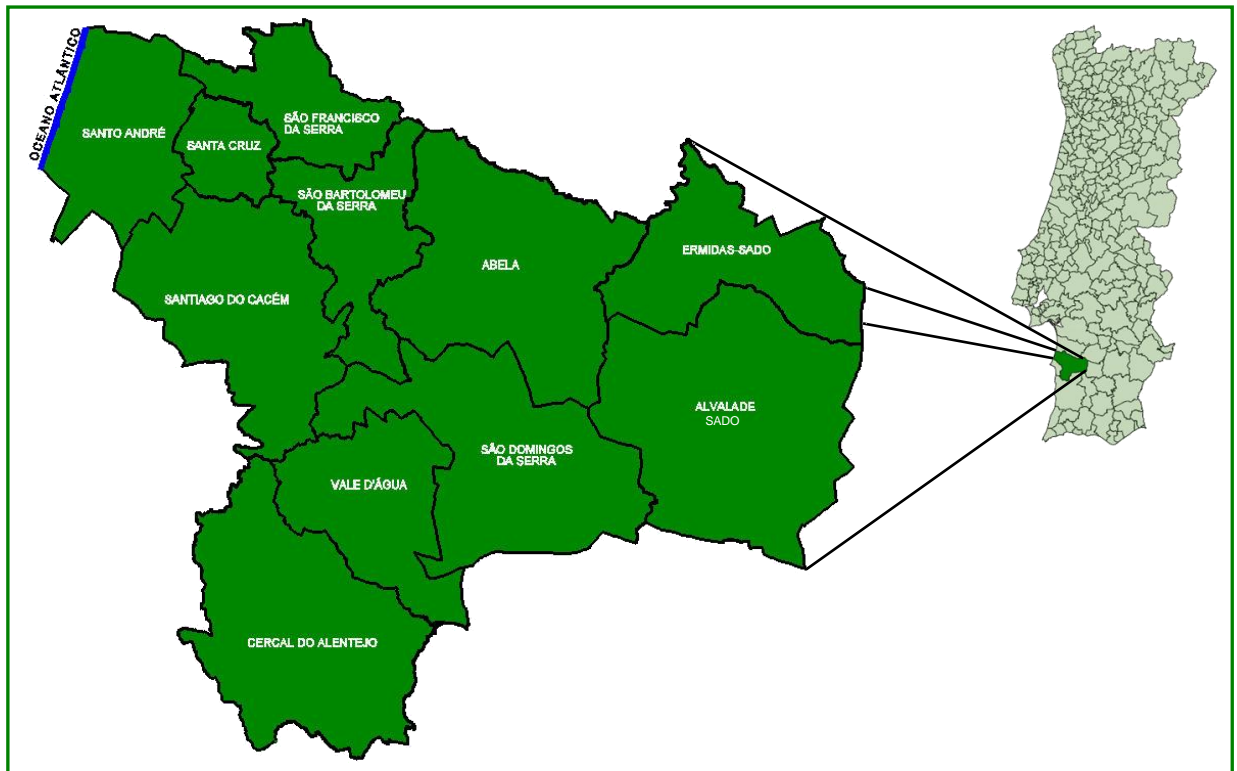
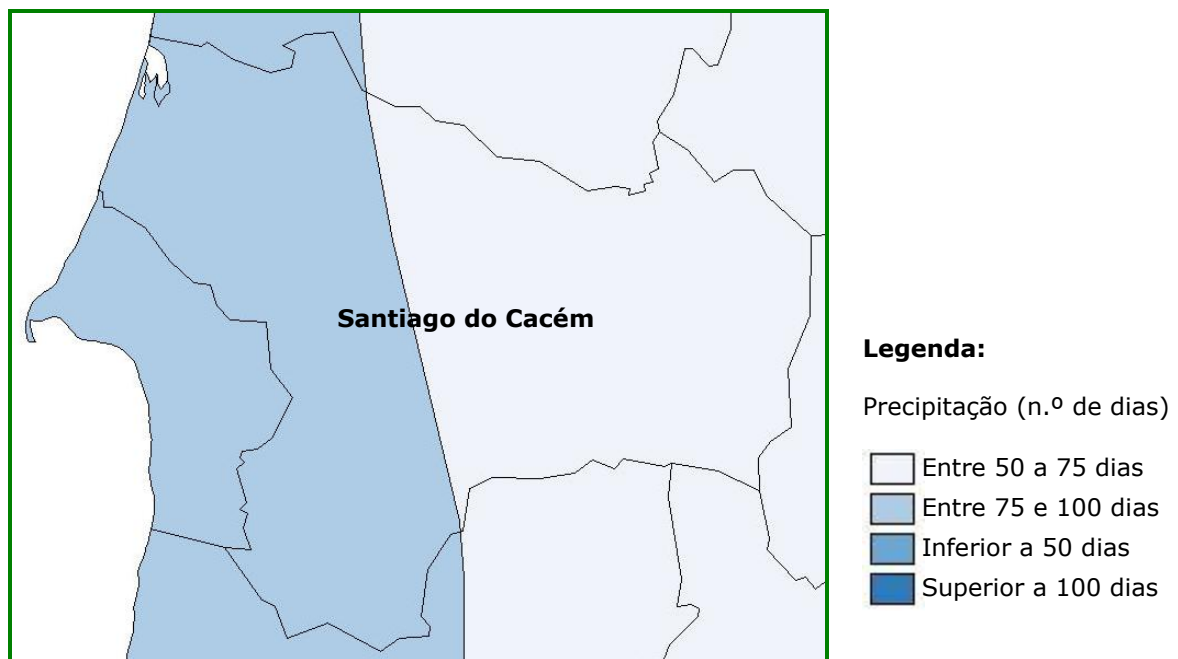


Figura IV.1 – Localização geográfica do município de Santiago do Cacém e das freguesias que o compõem

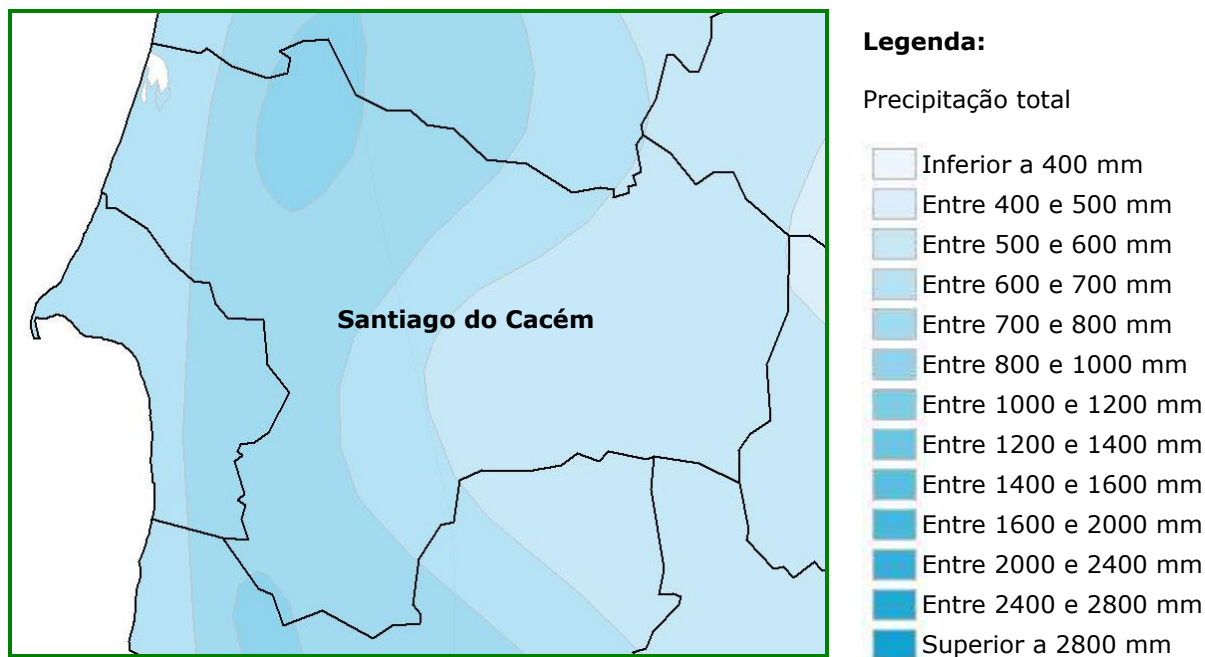
Analisando a região onde este município se insere, denota-se que o principal factor de escassez de água está relacionado com o próprio clima, que por sua vez condiciona as reservas de água subterrânea e superficial. (Gomes, R. 2006). Assim, verifica-se que a precipitação ocorrida na área deste município é de 50 dias a 100 dias por ano, variando entre os 500 mm a 1 000 mm de precipitação anual (figuras IV.2 e IV.3). A conjunção destes factores, com a localização sobre o maciço antigo, com recarga por infiltração, explica facilmente o porquê do abastecimento público de água para consumo humano ser efectuado na sua totalidade através de captações subterrâneas (furos e poços).

Dos recursos aquíferos subterrâneos existentes (figura IV.4), têm maior expressão no concelho, aqueles cuja produtividade ronda os $50 \text{ m}^3/\text{km}^2.\text{dia}$, seguidos dos de $100 \text{ m}^3/\text{km}^2.\text{dia}$ (onde se engloba o Aquífero da Bacia de Alvalade), com uma fracção de menor expressão, localizada na costa litoral, com uma produtividade de $500 \text{ m}^3/\text{km}^2.\text{dia}$ (onde se localiza o Aquífero de Sines).



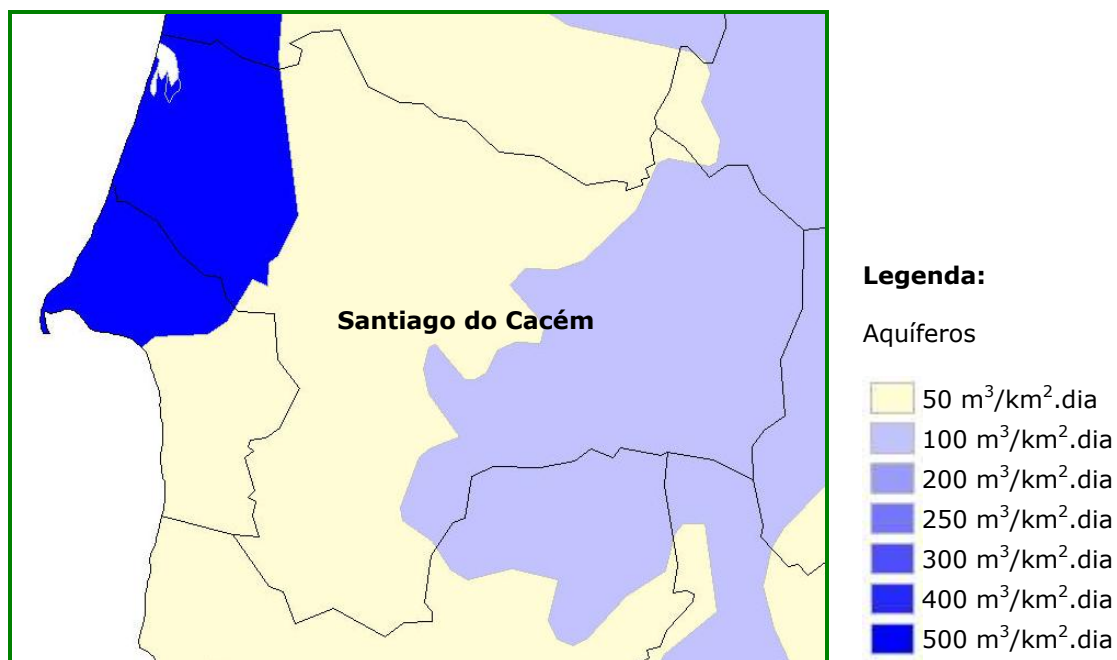
Fonte: Atlas do Ambiente Digital – Instituto do Ambiente, 1974

Figura IV.2 – Precipitação ocorrida no município de Santiago do Cacém, em número de dias por ano



Fonte: Atlas do Ambiente Digital – Instituto do Ambiente, 1974

Figura IV.3 – Precipitação total ocorrida no município de Santiago do Cacém



Fonte: Atlas do Ambiente Digital – Instituto do Ambiente, 1975

Figura IV.4 – Produtividade média dos aquíferos subterrâneos, existentes no município de Santiago do Cacém

A gestão do sistema de abastecimento de água para consumo humano do município de Santiago do Cacém é assegurada pelos serviços municipais da câmara municipal, mais especificamente pela Divisão de Ambiente e Saneamento Básico (DASB), subdividida nos Serviços de Gestão da Qualidade (SGQ) apoiado em laboratório próprio (em fase de certificação) e nos Serviços Administrativos de Água e Saneamento (SAAS). Devido à extensão do concelho, optou-se pela divisão deste sistema em trinta subsistemas de abastecimento (discriminados no quadro IV.1), na sua maioria autónomos (existindo para o efeito 39 reservatórios) e com captações próprias (conforme se ilustra na figura IV.5 apresentada na contracapa deste volume). Assim, o sistema de abastecimento do município estende-se por aproximadamente 321 km, num total de 12 232 ramais, com uma altura piezométrica média de 38,57 m.c.a., servindo cerca de 12 778 consumidores. Actualmente estão activas 36 captações das 90 existentes, encontrando-se 63 em processo de licenciamento e uma em fase de pesquisa, para assegurar as reservas de água no subsistema de Santiago do Cacém (freguesia sede do município).

Uma breve descrição dos 29 subsistemas existentes (sendo excluído o subsistema de Vila Nova de Santo André (A30), que é gerido pelas Águas de Santo André, S.A. em regime de concessão), respectivo comprimento de condutas, número de ramais e consumidores servidos, bem como a listagem dos reservatórios e da situação de licenciamento das captações existentes, podem ser visualizadas no apêndice D do volume II, conjuntamente com as suas plantas de implantação.



Quadro IV.1 – Subsistemas de abastecimento do município de Santiago do Cacém

Subsistemas de abastecimento de água e respectivos códigos		
A01 – Abela	A11 – Costa de Santo André	A21 – Santiago do Cacém
A02 – Ademas	A12 – Cercal do Alentejo	A22 – São Bartolomeu da Serra
A03 – Alvalade / Mimosa	A13 – Ermidas Aldeia	A23 – São Domingos da Serra
A04 – Aldeia do Cano	A14 – Ermidas-Sado / Faleiros / Vale da Eira	A24 – São Francisco da Serra / Cruz de João Mendes / Vendas de Roncão
A05 – Aldeia de Chãos	A15 – Foros do Corujo	A25 – Silveiras
A06 – Aldeia de Santo André / Deixa-o-Resto / Azinhal / Giz	A16 – Foros do Locário / Foros da Casa Nova	A26 – Sonega / Vale Manhãs
A07 – Areal	A17 – Galiza / Salema	A27 – Vale D' Água
A08 – Brescos	A18 – Paiol	A28 – Vale das Éguas
A09 – Casas Novas	A19 – Pouca Farinha	A29 – Vale Seco
A10 – Catifarras	A20 – Santa Cruz	A30 – Vila Nova de Santo André

De salientar que estes subsistemas têm características marcadamente diferentes, sendo possível dissociar subsistemas mais urbanos (como é o caso por exemplo de Alvalade, Cercal do Alentejo, Ermidas-Sado e Santiago do Cacém) dos subsistemas mais rurais (restantes subsistemas). Dadas as características das redes e dos locais a abastecer, alguns subsistemas funcionam por patamares de pressão. Encontram-se nestes casos:

- Subsistema do Cercal do Alentejo (A12), com dois patamares de pressão assegurados por um reservatório e dois sobrepessores;
- Subsistema de Galiza / Salema (A17), com dois patamares de pressão assegurados por um reservatório e um sobrepessor;

- Subsistema de Santiago do Cacém (A21), com quatro patamares de pressão garantidos pelas cotas dos reservatórios;
- Subsistema de São Bartolomeu da Serra (A21), com dois patamares de pressão assegurados por um reservatório e um sobrepessor.

Face às extensões das redes de abastecimento existentes em muitos subsistemas, e de modo a garantir pressões normais de abastecimento em toda a rede, recorre-se, sempre que necessário, a válvulas de perda de carga, para assegurar condições favoráveis ao abastecimento nas extremidades das mesmas.

São ainda de destacar os subsistemas:

- Ermidas-Sado / Faleiros / Vale da Eira (A14), pelo facto da adutora funcionar também como distribuidora de água;
- Paiol (A18), onde se consideram perdas totais no abastecimento, pelo facto da distribuição de água à população ser efectuada através de três fontanários, não gerando qualquer tipo de receita; e
- Sonega / Vale Manhãs (A26), onde a adutora também funciona como distribuidora, sendo diferentes as pressões em Vale Manhãs consoante se está a aduzir água para o reservatório, ou a distribuir a partir dele.



IV.2 – Resultados obtidos com a aplicação da auditoria de perdas

A ferramenta de auditoria de perdas desenvolvida pelo Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR, actualmente designado por ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos), tem sido aplicada desde 2006 aos subsistemas do município de Santiago do Cacém, tendo-se obtido resultados para três anos consecutivos, conforme se evidencia no quadro seguinte.

Quadro IV.2 – Média dos resultados obtidos, pela aplicação da ferramenta de auditoria de perdas, aos subsistemas do município de Santiago do Cacém

Indicadores do balanço hídrico	Unidade	Média dos resultados obtidos		
		2006	2007	2008
Ineficiência de utilização dos recursos hídricos	%	28	25	39
Perdas de água por ramal	m ³ /ramal/ano	58	43	59
Perdas reais por ramal	l/ramal/dia	140	101	156
Perdas aparentes	%	4	4	2
Índice infra-estrutural de fugas	-	2,9	2,1	3,3
Água não facturada em termos de volume	%	38	36	47
Água não facturada em termos de custo	%	70	52	85
Água não medida	%	36	33	44

De salientar que os valores médios obtidos excluem os subsistemas do Paiol e de Vila Nova de Santo André, pelas razões anteriormente mencionadas. É também de referir que os indicadores dos anos de 2006 e 2007 foram calculados utilizando a versão 2.0 de Junho de 2005, da ferramenta de auditoria de perdas, enquanto que os resultados de 2008 foram obtidos com a versão 2.04 de Outubro de 2006.

Contudo, de modo a poder analisar os resultados dos indicadores de desempenho e do balanço hídrico, para a globalidade do sistema de abastecimento do município (ao invés de utilizar a média dos valores obtidos por subsistema), aplicou-se a auditoria de perdas aos valores globais apurados nos 29 subsistemas, para os três anos consecutivos, conforme se demonstra no quadro seguinte.

Quadro IV.3 – Resultados obtidos, pela aplicação da ferramenta de auditoria de perdas, ao sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém

Indicadores do balanço hídrico	Unidade	Resultados obtidos		
		2006	2007	2008
Ineficiência de utilização dos recursos hídricos	%	38	31	40
Perdas de água por ramal	m ³ /ramal/ano	80	60	67
Perdas reais por ramal	l/ramal/dia	196	143	177
Perdas aparentes	%	4	5	2
Índice infra-estrutural de fugas	-	3	2	3
Água não facturada em termos de volume	%	49	44	50
Água não facturada em termos de custo	%	89	65	87
Água não medida	%	44	37	43

Nos quadros IV.4 e IV.5 (localizados na contracapa deste volume) são apresentados os resultados dos indicadores de desempenho e do balanço hídrico, por subsistema e sistema, para os três anos em análise. A título ilustrativo apresenta-se na figura seguinte, o resultado gráfico do balanço hídrico para o ano de 2008, retirado directamente da ferramenta de auditoria de perdas.

Indicadores de desempenho das redes de abastecimento de água

aplicação prática ao município de Santiago do Cacém

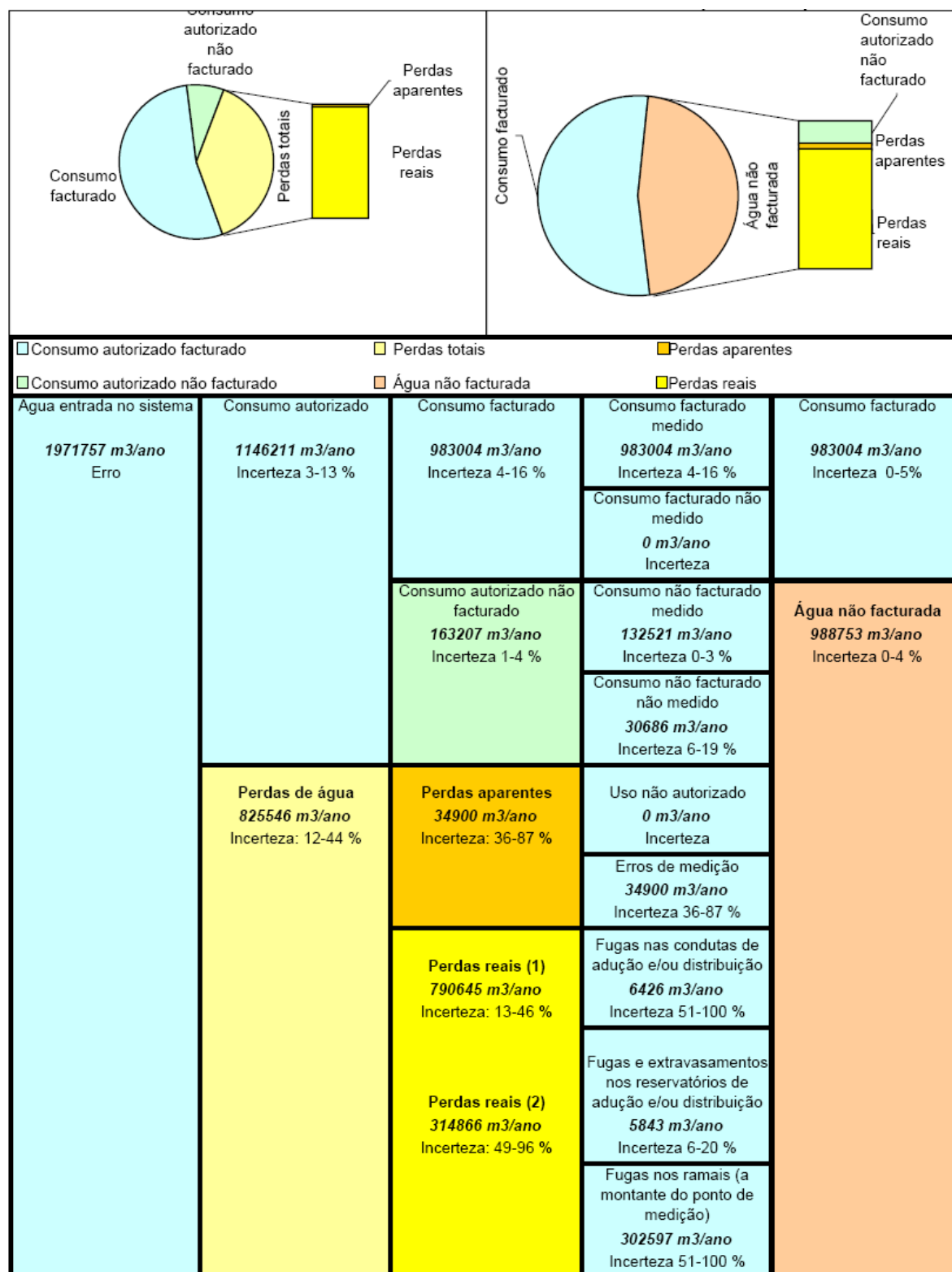


Figura IV.6 – Resultado do balanço hídrico do sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém, em 2008, extraído da ferramenta de auditoria de perdas

Os elementos que caracterizam cada sistema foram recolhidos de forma sistematizada para permitir o preenchimento da ferramenta de auditoria de perdas. Para tal, tem sido organizada a recolha de informação sobre a actividade desenvolvida na DASB, e tem sido promovida a constante actualização dos cadastros após as intervenções *in loco*.

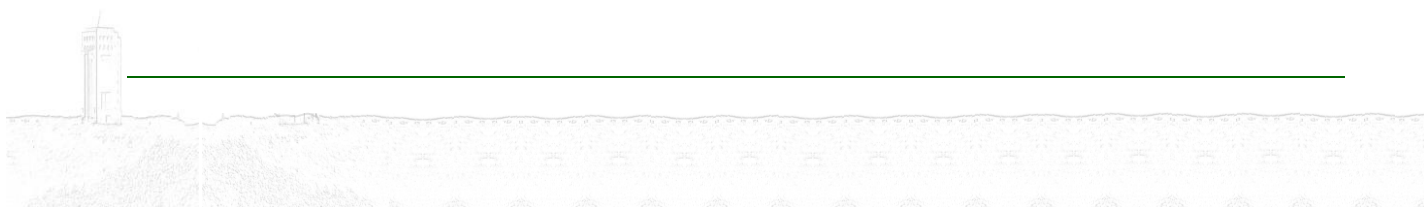
Assim, são recolhidos com base anual, os seguintes elementos:

- Volumes de águas captadas, vendidas e utilizadas pela própria entidade;
- Trabalhadores, salários base e horas de trabalho normal e extraordinário;
- Receitas do SAAS e do SGQ;
- Despesas com os serviços efectuados (desde o envio de facturação até à construção de novas redes, ramais e adutoras);
- Actualização dos comprimentos das redes e das alturas piezométricas;
- Actualização do número de consumidores em cada subsistema;
- Discriminação dos consumos por tipo de utilização;
- Determinação dos consumos específicos de rega e das corporações de bombeiros.

Os resultados da aplicação da auditoria de perdas (indicadores de desempenho e balanço hídrico), aplicada nos três anos em análise aos subsistemas e sistema de abastecimento do município, com os respectivos erros/incertezas associados, podem ser consultados em detalhe no Apêndice E do volume II.



Indicadores de desempenho das redes de abastecimento de água
aplicação prática ao município de Santiago do Cacém



Capítulo V – Discussão dos resultados

V.1 – Análise dos resultados obtidos

A implementação da ferramenta de auditoria de perdas e a sua aplicação anual permite efectuar medições quantitativas da eficiência dos subsistemas e analisar o reflexo de acções concretas que tenham sido efectuadas.

Pela observação dos resultados obtidos a nível global para o município de Santiago do Cacém, apresentados nos quadros IV.2 e IV.3 e detalhados por subsistema nos quadros IV.4 e IV.5, pode verificar-se que existiu uma melhoria dos resultados obtidos de 2006 para 2007, função de um esforço de sistematização de recolha de dados, que se iniciou em 2006 e que tem sido refinada com a aplicação contínua desta ferramenta de análise. Contudo o mesmo não se verificou para os resultados obtidos em 2008, onde todos os indicadores apresentam resultados agravados, excepto para o indicador operacional das perdas aparentes. Os resultados mais negativos, obtidos para o ano de 2008, podem ser um reflexo das alterações introduzidas no modelo de auditoria de perdas, que foram vertidas na versão 2.04 de Outubro de 2006. Esta nova versão, altera a forma como são calculadas as perdas aparentes, incorporando a possibilidade da contagem de água entrada no sistema poder estar a ser efectuada por excesso. Assim ao invés de somar todas as perdas aparentes detectadas para obtenção de um valor total, passa a contemplar no total a diferença entre a estimativa dos erros sistemáticos do consumo autorizado com a estimativa dos erros sistemáticos de água entrada no sistema.



Esta alteração por si só explica a melhoria dos resultados nas perdas aparentes, e o agravamento dos restantes, por afectar mais água às perdas reais. De modo a determinar discrepâncias, efectuou-se um pequeno exercício de cálculo utilizando o subsistema das Ademas. Assim, efectuou-se o cálculo dos índices de 2007, com a versão 2.04 de Outubro de 2006 (com a qual foram calculados os indicadores para o ano de 2008) e calcularam-se os índices de 2008, com a versão 2.0 de Junho de 2005 (com a qual foram calculados os indicadores para os anos de 2006 e 2007). Os resultados obtidos encontram-se detalhados no quadro V.1 e no apêndice F do volume II.

Quadro V.1 – Resultados obtidos, pela aplicação das duas versões da ferramenta de auditoria de perdas, aos dados de 2007 e 2008 do subsistema das Ademas

Indicadores do balanço hídrico	Unidade	Resultados obtidos em 2007		Resultados obtidos em 2008	
		Versão 2.0	Versão 2.04	Versão 2.0	Versão 2.04
Ineficiência de utilização dos recursos hídricos	%	37	39	56	59
Perdas de água por ramal	m ³ /ramal/ano	58	58	102	101
Perdas reais por ramal	l/ramal/dia	142	153	263	275
Perdas aparentes	%	4	2	3	1
Índice infra-estrutural de fugas	-	2	2	4	4
Água não facturada em termos de volume	%	42	42	61	61
Água não facturada em termos de custo	%	65	68	148	151
Água não medida	%	41	41	59	59

Pela observação dos resultados pode constatar-se que a utilização de ferramentas diferentes para os mesmos dados, classificados segundo os mesmos critérios de exactidão e fiabilidade, traduz-se em resultados desiguais, ocorrendo um agravamento dos indicadores de ineficiência da utilização dos recursos hídricos, perdas reais por ramal e água não facturada em termos de custo quando se aplica a versão 2.04 da ferramenta de auditoria de perdas.

Ainda no que diz respeito à ferramenta, a inserção de dados é sempre acompanhada de uma quantificação da banda de exactidão e de fiabilidade para cálculo do erro/incerteza associado. Assim, quanto mais impreciso for o dado inserido (por exemplo estimativas), mais dilatado será o intervalo de erro/incerteza associado e mais cuidado será necessário na análise do resultado e na sua comparação com outros resultados. De modo semelhante, a ferramenta permite ao utilizador, que seja determinada a percentagem de perdas aparentes (nos suas várias componentes de erros), o que influencia o resultado final, permitindo que nalguns casos, em que os resultados são mais divergentes, alterar a percentagem e moldar o resultado obtido (como se verifica no caso dos subsistemas de Areal – A07, Catifarras – A10, Foros do Corujo – A15 e Vale D'Água – A27). No que concerne às perdas reais, estes valores são calculados assumindo uma perda de 20 m³/km/ano de perdas em condutas, e de 1 l/ramal/dia/m.c.a. e 37,5 l/km/ramal/dia/m.c.a., no caso dos ramais. Para os reservatórios, assumiu-se uma perda de 17,5 m³/dia para o subsistema do Cercal (A12) e de 7,5 m³/dia para o subsistema de Santiago do Cacém (A21), cujo volume justificou intervenções de melhoria nestas infra-estruturas.



Analisando os resultados obtidos (vide quadro V.2), em função dos valores recomendados pelo Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR), pode verificar-se que estes se encontram aquém dos desejáveis, sendo que:

- O valor do indicador de recursos hídricos (40% em 2008) é superior ao dobro do valor recomendado para os sistemas em baixa (15% no limite);
- O índice infra-estrutural de fugas (3 em 2008) apresenta valores também superiores ao dobro do recomendado (1), o que traduz um sistema com deficiente manutenção; e
- O indicador económico-financeiro encontra-se em semelhantes condições (50% em 2008 para um valor máximo recomendado de 20%), sendo de destacar a obtenção de resultados onde cerca de metade da água captada não é facturada.

Quadro V.2 – Resultados obtidos para o sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém e valores de referência estabelecidos pelo IRAR

Indicadores do balanço hídrico	Resultados obtidos para o sistema			Média dos resultados obtidos por subsistema			Valores de referência do IRAR
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	
Ineficiência de utilização dos recursos hídricos [%]	38	31	40	28	25	39	0 a 4 (sistemas em alta) 0 a 15 (sistemas em baixa)
Índice infra-estrutural de fugas [-]	3	2	3	2,9	2,1	3,3	1 (qualquer sistema)
Água não facturada em termos de volume [%]	49	44	50	38	36	47	5 (sistemas em alta) 20 (sistemas em baixa ou mistos)

De notar que a comparação a efectuar-se apenas com base na média dos resultados obtidos por subsistema, iria conduzir a interpretações falaciosas, por não se utilizarem resultados ponderados em função da importância dentro do sistema de cada subsistema que o integra (ou seja, em função do volume consumido em cada um deles).

É de referir também que o indicador de ineficiência dos recursos hídricos não é recomendado para avaliar a eficiência da gestão de sistemas mistos (sistemas com adução e distribuição, como é o caso concreto dos subsistemas analisados). Já a IWA (*International Water Association*) considera que as perdas reais, por se expressarem como uma percentagem do volume entrado no sistema, não constituem um indicador de desempenho técnico apropriado, uma vez que incorporam a influência do consumo (Alegre H., *et al* 2005).

Salienta-se ainda que, à luz do exposto no Plano Nacional da Água (PNA), as entidades que em 2005 apresentassem valores de água não facturada superiores a 50%, teriam de atingir no ano seguinte uma redução de modo a que este valor não ultrapassasse os 35% e alcançar em 2012 um valor inferior a 30%. Assim, o município de Santiago do Cacém apresenta em 2008 valores que deveriam ter começado a ser reduzidos desde 2005, indicativos de que há ainda um caminho a ser percorrido rumo à excelência.



Os resultados obtidos são ainda demonstrativos da realidade da região alentejana, e da luta contra a escassez de água, uma vez que a necessidade de construção de instalações para o fornecimento contínuo de água, de zonas onde esta abunda para as zonas mais carenciadas, nem sempre é sustentável, resultando num investimento não rentável em construção e/ou ampliação de sistemas de abastecimento para servir zonas pouco povoadas, ou cuja população está a reduzir (Gomes, R. 2006). De salientar também que os resultados da aplicação, quer do balanço hídrico, quer dos indicadores de desempenho aos subsistemas do município de Santiago do Cacém, apesar da diferenciação já efectuada da existência de zonas mais urbanas e zonas mais rurais, não traduzem esta realidade de forma clara, uma vez que estes sistemas foram ampliados até ao seu limite, resultado em condutas e ramais extensos onde as perdas acabam por ser igualmente significativas.

Esta análise, apesar de fornecer elementos válidos de avaliação da eficiência e eficácia dos sistemas, deve ser examinada cuidadosamente, pois a forma da recolha de dados para além de onerosa não é 100% eficaz. Isto porque, devido à estrutura interna da Câmara Municipal de Santiago do Cacém (CMSC), e sendo o serviço de gestão do abastecimento assegurado por uma divisão sem a constituição de serviços municipalizados, há uma dispersão de informação necessária ao cálculo dos indicadores, que provoca a necessidade de consulta com cariz anual a outras divisões, que de outra forma estaria concentrada numa só entidade.

A forma de recolha de dados torna-se assim uma tarefa morosa que, face ao volume de dados em bruto, obriga ainda a um tratamento exaustivo para a recolha de dados exactos. A não aplicação de uma contabilidade analítica, exigida no novo enquadramento legal recentemente em vigor, traduzido no ponto 3 do artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de Agosto, torna o apuramento de dados por subsistema muitas vezes difícil, tendo-se de recorrer a uma afectação percentual de custos e de despesas face à percentagem de consumidores servidos, o que se traduz numa afectação que pode não ser real. Estas estimativas vão ainda interferir com a aferição do sucesso através da implementação de indicadores para avaliação da qualidade do serviço e na definição das metas temporais fundamentadas, conforme contemplado no ponto 1 do artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de Agosto, entre os deveres da entidade gestora.

Assim, deve-se ter especial atenção à diferença entre o volume de água captada e o volume de água facturado, que é traduzida tanto no indicador de água não facturada em termos de volume como no indicador de água não medida. Estes resultados tornam-se bem expressivos nos gráficos do balanço hídrico (vide figura IV.6) quando se compara o volume de água que entra no sistema ($1\,971\,557\text{ m}^3$) e o consumo de água que é autorizado ($983\,004\text{ m}^3$), resultando o restante em perdas ($824\,368\text{ m}^3$) de um recurso e das receitas que por ele poderiam ser geradas e que actualmente representam um encargo e uma despesa com um peso de aproximadamente 50% da água captada.



Esta ineficiência é facilmente explicada pelos consumos não autorizados e/ou não medidos, entre os quais se encontram as ligações clandestinas (Gomes, R. 2006), a utilização dos marcos de incêndio para a rega de jardins e pela existência de fontanários com válvulas de regulação que permitem o enchimento de recipientes com grandes capacidades de armazenamento, sem a contabilização real quer das despesas quer do volume abastecido.

Esta análise encontra-se também reflectida no relatório de caracterização e diagnóstico do Plano Director Municipal (PDM), onde se ressalta como aspecto relevante, a percentagem elevada de perdas (avaliada em cerca de 1/3) que se traduz num elevado volume de água captado desnecessariamente bem como num custo de energia e reagentes que onera o custo global do sistema de abastecimento de água. O relatório indica ainda que estas perdas são essencialmente devidas a condutas em más condições, bem como ao seu material de construção (muitas delas ainda em fibrocimento) e também pela longa extensão de condutas sobre terrenos rurais, onde se torna difícil a detecção de fugas. É ainda destacado neste diagnóstico que a inexistência de uma equipa de manutenção e controlo especializada é outra das razões para um detecção e reparação tardia das fugas (PDM, 2009).



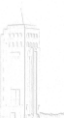
Os resultados obtidos traduzem pois a necessidade de intervir no sistema de abastecimento, de modo a cessar com os usos ilícitos dos marcos e bocas-de-incêndio e reduzir as perdas nas redes por rupturas em condutas. A análise detalhada dos resultados de cada subsistema permite a selecção das prioridades de intervenção.

V.2 – Alternativas de avaliação

Dada a morosidade na recolha e tratamento de dados, e a fraca fiabilidade de alguns dos dados obtidos, tendo-se de recorrer à estimativa em alguns casos, a análise do sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém e dos seus subsistemas poderá ser efectuada de uma forma rudimentar, com a recolha de três dados de cariz anual:

- d01 – água entrada no sistema (m^3);
- d02 – consumo autorizado facturado (m^3);
- d03 – consumo autorizado não facturado (m^3), onde se incluem os consumos da entidade gestora.

Com base nestes três dados, será possível calcular qual a percentagem de água não facturada por sistema e subsistemas, e qual a percentagem de água não medida, cujo destino final se desconhece ou não existe ainda qualquer forma de controlo, traduzindo deste modo, as perdas de água do sistema e/ou subsistemas.



Assim, poderão aplicar-se as seguintes fórmulas de cálculo:

- 1) $\frac{d02 + d03}{d01} \times 100 = \% \text{ consumo autorizado}$
- 2) $100\% - \% \text{ consumo autorizado} = \% \text{ água não medida}$
- 3) $\frac{d01 - d02}{d01} \times 100 = \% \text{ água não facturada}$

Aplicando estas fórmulas aos dados de 2008 do subsistema das Ademas (A02), onde:

- $d01 = 26\,263 \text{ m}^3/\text{ano};$
- $d02 = 10\,171 \text{ m}^3/\text{ano};$ e
- $d03 = 537 \text{ m}^3/\text{ano};$

obtém-se pela fórmula 1) o valor de 41% de consumo autorizado, pela aplicação da fórmula 2) determina-se que 59% da água não é medida, à semelhança do indicador operacional Op 39 – água não medida e pela fórmula 3) obtém-se o valor de 61% de água não facturada, que não é mais do que outra fórmula de calcular o indicador económico financeiro Fi46 – água não facturada em termos de volume.

Estes resultados são expressos graficamente na figura V.1 para uma melhor visualização do parcelamento da água captada, e para auxiliar na observação do peso representado pela água não medida, cujo destino e uso se desconhece.



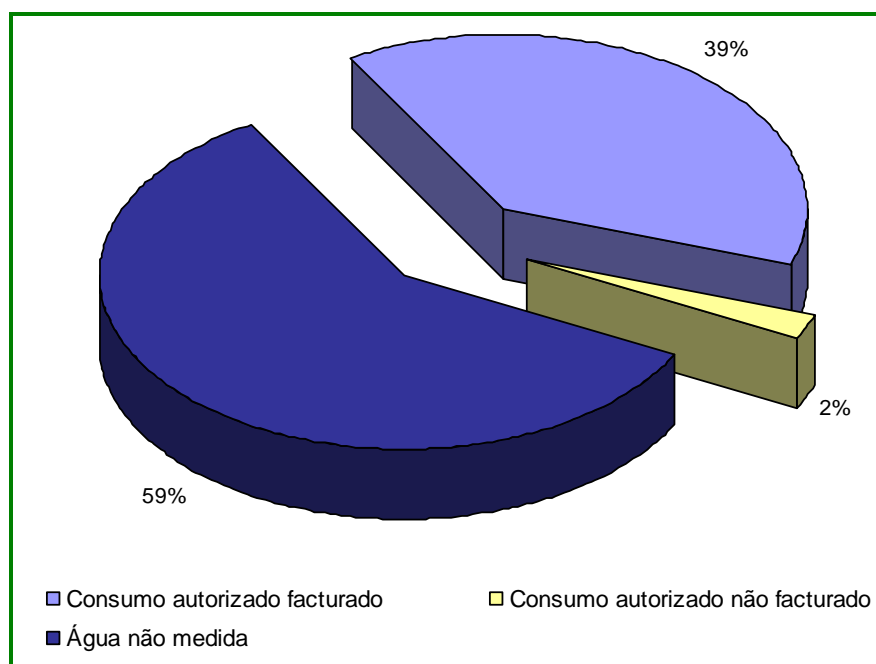


Figura V.1 – Resultados obtidos pela simplificação da aplicação de fórmulas, para o subsistema das Ademas (A02)

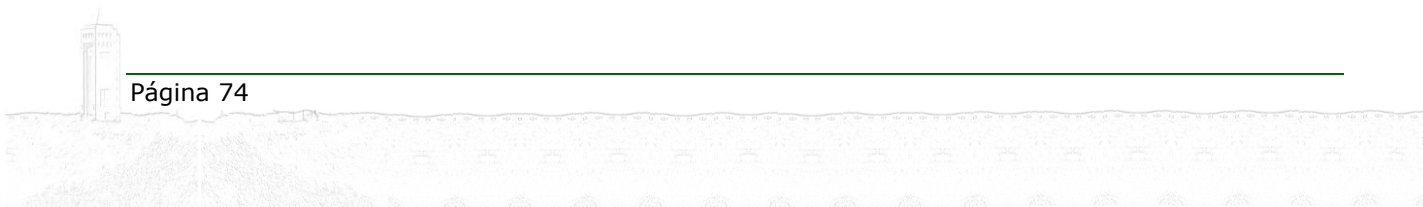
Assim, deve a entidade gestora procurar formas de minimizar os valores de água não medida, intervindo no sector de forma a reduzir as perdas de água.

Após intervenção bem sucedida na redução destas perdas, por exemplo, com a eliminação de todas as ligações clandestinas, deve a intervenção centrar-se na redução dos consumos autorizados não facturados. Esta redução poderá ser efectuada através da colocação de contadores nos pontos de consumo da entidade e nas bocas/marcos de incêndio, quer para controlar os consumos, como para utilização dos dados em acções de sensibilização dos colaboradores da entidade gestora, de modo a reduzir o volume de água utilizado.

No que concerne aos consumos dos bombeiros voluntários, e indo de encontro ao definido na recomendação do IRAR n.º 01/2009, que afirma que o abastecimento de água destinada ao combate directo a incêndios não deve estar sujeito a tarifa, mas que o mesmo deve ser objecto de medição ou estimativa para efeitos de avaliação do balanço hídrico dos sistemas, deve a entidade gestora implementar contadores em todos os hidrantes. Poderá eventualmente ser necessário recorrer à cobrança de um valor por metro cúbico, sempre que a água seja utilizada para outros fins que não o combate a incêndios (por exemplo, o abastecimento de piscinas, no Verão, época de maior escassez de água).

No caso concreto do subsistema do Paiol (A18), a análise da sua eficiência e das perdas de água poderá ser efectuada pela colocação de contadores junto às válvulas dos fontanários (conforme definido no ponto 10 do artigo 66.º do Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de Agosto onde se pode ler: *A água fornecida através de fontanários dependentes do sistema público de abastecimento de água deve igualmente ser objecto de medição*). Se o valor contabilizado for inferior ao valor captado, deve efectuar-se a determinação da representatividade percentual desta perda, através de uma variante da fórmula 2):

$$\frac{d01 - \text{consumo medido}}{d01} \times 100 = \% \text{ água não medida}$$



A aplicação desta fórmula permitirá uma decisão sobre a necessidade de investir recursos humanos e financeiros na detecção e eliminação desta perda, ou por outro lado, no caso da representatividade ser baixa, justificar a ausência de investimento na mitigação da perda. O acompanhamento da situação poderá determinar o agravamento da fuga e nesse caso a decisão de não actuação poderá ser revertida.

Para além disso, o controlo do volume distribuído nos fontanários deste subsistema, irá permitir posteriormente a aplicação dos indicadores de desempenho desenvolvidos especificamente para estes equipamentos, resultando numa melhor avaliação do que a mera consideração de perda total. Destes destacam-se os indicadores de qualidade de serviço e operacionais: QS5 – População servida por fontanários ou outros pontos de consumo público (%); QS6 – Pontos de consumo público operacionais (%); QS7 – Distância média dos pontos de consumo público aos consumidores (m); QS8 – Capitação de água consumida em pontos de consumo público (l/hab./dia); QS9 – População por torneira pública (hab./torneira) e Op35 – Falhas de fontanários (%); descritos em detalhe no apêndice A do volume II.

A realização deste tipo de análise será mais expedita e permitirá a decisão sobre elementos fiáveis. Esta análise não inviabiliza em nada a continuação da implementação da auditoria de perdas efectuada até à data, que serve como elemento de apoio interno para avaliação do estado dos subsistemas.



Contudo, os dados só serão mais fiáveis com a implementação de sistemas de recolha de dados mais estruturados, com a colocação de contadores em todas as extremidades de rede, com o registo de dados de forma sistemática e o mais discriminada possível, com o desenvolvimento de *software* que melhore a recolha e registo dos dados, sem a sobrecarga agora existente. Só com a obtenção de dados credíveis é que se conseguirá efectuar a auditoria de perdas de forma fiável, podendo a partir do balanço hídrico e dos indicadores de desempenho calculados, determinar quais os subsistemas de actuação prioritária. O enquadramento legal agora em vigor para os sistemas municipalizados torna esta necessidade de sistematização de recolha e tratamento de dados mais premente, uma vez que terá de se iniciar em 2012 o cálculo de indicadores de qualidade do serviço, o que vem exigir implicitamente uma reestruturação dos serviços desta entidade gestora e sua adaptação a um sector cada vez mais exigente e restritivo, que prima pela garantia de qualidade ao utilizador final.

Capítulo VI – Plano de melhoria de desempenho

VI.1 – Importância da implementação de mecanismos de controlo das perdas de água

Atendendo aos resultados obtidos no município de Santiago do Cacém, facilmente se percebe que as perdas de água constituem um dos principais desafios, com os quais as entidades gestoras dos serviços de abastecimento de água se debatem diariamente, constituindo-se com uma das principais fontes de ineficiência dos sistemas. Quando estas perdas de água, que correspondem a água que não é facturada nem utilizada para outros usos autorizados, são elevadas acarretam consequências ambientais e económico-financeiras relevantes, a primeira por constituir um desperdício de um recurso natural escasso, a segunda por serem uma parcela significativa do custo de produção (custos na captação, tratamento e transporte) contribuindo para o aumento das tarifas a aplicar na água que é efectivamente facturada, afectando assim a qualidade com que o serviço pode ser prestado (Alegre H., *et al* 2005).

Em Portugal este problema é particularmente sério uma vez que, para além do valor médio das perdas de água ser superior a 35% da água captada, o custo de produção é também bastante significativo devido à separação do abastecimento em “alta” e em “baixa” que torna algumas entidades gestoras clientes de outras entidades. Assim, quando o sistema em baixa, compra água ao sistema em alta, paga o custo real desta, reflectindo-se, por norma, este custo no tarifário.



As perdas de água estão ainda relacionadas com o facto de muitas entidades gestoras se terem concentrado na construção de novas infra-estruturas (aumentando a sua quantidade) e terem negligenciado as acções de manutenção e reparação das avarias (diminuindo a sua qualidade), o que contribuiu para a degradação precoce das mesmas (Gomes, R. 2006).

No Alentejo em particular, o clima por si só condiciona as reservas de água subterrânea e superficial, contribuindo desta forma para agravar a escassez de água desta região. A forma de superar esta situação passa pela construção de instalações que permitam o fornecimento contínuo das zonas onde a água é abundante para as zonas mais carenciadas, o que torna as redes muito extensas e mais susceptíveis à ocorrência de avarias e fugas (Gomes, R. 2006).

O problema das perdas é ainda mais grave quando se analisa a forma como os sistemas de abastecimento de água têm sido desenvolvidos e como os mesmos se expandem temporal e espacialmente. As redes de abastecimento acompanham quase sempre o crescimento lento dos aglomerados urbanos, sofrendo ampliações e ajustes sucessivos de modo a conseguir dar resposta às solicitações que vão surgindo. Como resultado deste crescimento desordenado, obtêm-se redes complexas e pouco estruturadas, cuja gestão é difícil (Alegre H., *et al* 2005).



Assim, o desempenho dos serviços de abastecimento de água é diminuído e encarecido por factores como:

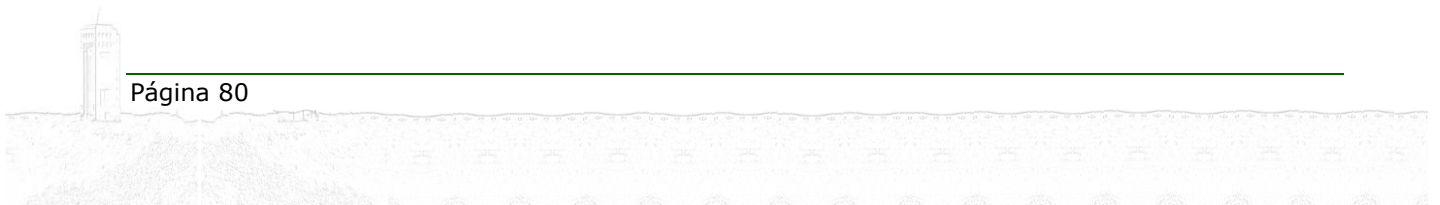
- As características topográficas e urbanísticas;
- O uso inapropriado da água;
- A ausência de informações cadastrais actualizadas;
- A falta de manutenção e reabilitação das redes;
- O controlo inadequado das pressões;
- As imperfeições de construção de redes e de ramais, por vezes com recurso a materiais de má qualidade (Gomes, R. 2006).

Deste modo, para uma melhor racionalização dos custos, interessa às entidades gestoras ter uma noção clara da parcela de água que entra no sistema e que é perdida por fugas e extravasamentos, pelo que o controlo e combate das perdas de água é uma medida de melhoria da eficiência da gestão (Alegre H., *et al* 2005). Não obstante, as perdas de água constituem um dos factores de ineficiência das entidades gestoras para os quais a sociedade está mais susceptível, principalmente quando se reflectem no valor tarifário aplicável. A implementação da Directiva Quadro da Água requer que a tarifa reflecta os custos reais, sendo esta exigência agora reforçada pela entrada em vigor do regime jurídico dos serviços municipais de abastecimento público de água (estabelecido no Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de Agosto), o que vai implicar aumentos significativos no preço da água.



Este preço será ainda agravado pelos custos do tratamento da água, de modo a cumprir com os parâmetros de qualidade exigidos para a água fornecida ao consumidor. Helena Alegre e outros autores explicam no guia técnico n.º 3 sobre o controlo de perdas de água, que muito dificilmente uma entidade gestora conseguirá proporcionar uma qualidade de serviço adequada aos consumidores com custos correntes unitários inferiores a 0,4-0,5 €/m³. Afirmam ainda que se a esses custos forem somados os de capital, não é expectável obter custos unitários totais inferiores a 0,55 ou 0,60 €/m³ de água facturada. Estes argumentos só vêm reforçar a ideia que o controlo de perdas de água é também uma questão de gestão da imagem externa das entidades gestoras. A aposta deve pois passar por tornar o cidadão comum num agente activo do processo de controlo de perdas, uma vez que um cidadão devidamente informado estará mais motivado a participar, auxiliando na detecção de fugas visíveis e numa melhor monitorização dos consumos domésticos (Alegre H., *et al* 2005).

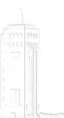
Para que o controlo de perdas seja bem sucedido, a entidade gestora deve também efectuar uma gestão eficaz dos seus clientes, mantendo os equipamentos de medição fiáveis e os sistemas de leitura (pela substituição de contadores antes do final do seu período de vida útil que é de 8 a 10 anos, para evitar os registos de consumo por defeito), facturação e cobrança eficientes.



A realização de balanços hídricos anuais (como os já aplicados no município de Santiago do Cacém) requer a utilização de informação de cadastro, de operação, de manutenção (ocorrência de roturas) e de facturação, que deve estar organizada de modo a permitir a sua utilização. Assim, se por um lado condutas e acessórios envelhecidos ou deficientemente mantidos resultam em perdas de água elevadas, a obtenção de indicadores de perdas elevados indicam um deficiente estado de funcionamento das redes, funcionando como meio auxiliar de diagnóstico (Alegre H., *et al* 2005).

A experiência internacional no controlo de perdas neste sector de abastecimento de água demonstra que a maior proporção de perdas ocorre nos ramais ao invés das condutas principais, excepto nos casos de baixa densidade de ramais. (Alegre H., *et al* 2005). Esta situação deve-se sobretudo à falta de manutenção dos ramais e à sua deficiente construção, conduzindo a um desgaste rápido. Assim, durante o tempo de vida útil do projecto (40 anos), os sistemas funcionam em boas condições, mas à medida que os equipamentos vão envelhecendo, ficam mais sensíveis aos factores externos (exemplos: variações de pressões e de velocidade, características da água e condições geotécnicas), aumentando a probabilidade de ocorrência de roturas (Gomes, R. 2006).

Há ainda que considerar aqui, como consequência das fugas, a falta de estanquidade dos sistemas. Nos pontos onde ocorrem fugas reúnem-se condições para uma potencial contaminação da água a fornecer.



Esta probabilidade de contaminação é baixa quando o sistema está pressurizado, com pressões internas superiores às externas. Contudo esta situação não se verifica quando, por algum motivo, existe a necessidade de interromper o fornecimento. Nestes casos, a pressão interna baixa e a probabilidade de ocorrência de contaminações aumenta substancialmente (sendo o decréscimo de pressão mais rápido em sistemas menos estanques). Quando estas situações ocorrem é necessária a adição de desinfectante residual para minorar os riscos de contaminação. O que hoje em dia se reconhece como não sendo a solução ideal (devido à probabilidade de ocorrerem reacções químicas que resultem na formação de tricloraminas, agente que se suspeita estar associado ao desenvolvimento de células cancerígenas), pelo que é preferível ter uma acção preventiva ao invés de uma acção meramente correctiva (Alegre H., *et al* 2005).

Pelo exposto, pode constatar-se que o bom funcionamento de um sistema de abastecimento de água pressupõe que os consumidores tenham continuamente à sua disposição, nos locais de consumo, água potável em quantidade suficiente, à pressão adequada e com o menor custo possível. Para que tal seja possível é necessário que as infra-estruturas existentes sejam adequadas, que os recursos naturais disponíveis sejam racionalmente utilizados e que este conjunto seja gerido com eficácia e sustentabilidade. Esta gestão e a procura de melhoria da eficiência global, poderá ser assegurada através do controlo de perdas, por permitir ganhos económicos significativos que deverão funcionar como incentivo para as entidades gestoras.



Pode assim concluir-se que a definição e a implementação de uma estratégia activa de controlo de perdas é um aspecto essencial para o desenvolvimento do sector (Alegre H., *et al* 2005) pois permitirá a redução de perdas de água e a sua manutenção a um nível adequado, considerando a viabilidade técnico-económica das acções de combate em relação ao processo operacional de todo o sistema. Esta dimensão económico-financeira das perdas de água constitui, normalmente, a principal motivação das entidades gestoras que desenvolvem iniciativas para o controlo activo de perdas (Gomes, R. 2006).

VI.2 – Factores que influenciam as perdas de água

As perdas de água podem ser reais (perdas físicas de água através de fissuras, roturas e/ou extravasamentos) ou aparentes (associadas às imprecisões nas medições, contemplado o consumo não autorizado por furto e/ou uso ilícito), sendo influenciadas por diferentes factores e necessitando de diferentes formas de controlo.

As perdas reais podem ser influenciadas pelos seguintes factores:

- Estado das condutas e outros componentes;
- Material utilizado na infra-estrutura;
- Frequência de fugas e/ou de roturas;
- Pressão média de serviço (quando em pressurização);
- Densidade e comprimento médio dos ramais;



- Localização do medidor domiciliário no ramal;
- Comprimento total de condutas;
- Tipo de solo e condições do terreno (relevantes principalmente pelo facto de poderem ou não tornar aparentes as ocorrências de roturas e fugas);
- Percentagem de tempo em que o sistema está pressurizado (muito importante em regiões com abastecimento intermitente).

Por sua vez, as perdas aparentes são influenciadas por:

- Estabelecimento de ligações ilícitas;
- Utilização fraudulenta de marcos e bocas-de-incêndio, localizadas tanto em locais públicos como em locais particulares;
- Erros associados à medição, que contemplam:
 - Erros de medição dos contadores (em condições normais de medição);
 - Erros de medição por deficiente dimensionamento e/ou instalação;
 - Erros de leitura e/ou registo;
 - Erros de medição por avaria (podendo esta ser natural ou induzida por violação do equipamento);
 - Falta de leituras por inacessibilidade aos contadores, quando localizados dentro das habitações (Alegre H., *et al* 2005). Agora contornável pelo disposto no artigo 67.º do Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de Agosto, que estabelece ferramentas de controlo para assegurar a medição dos níveis de utilização dos serviços.



VI.3 – Formas de monitorização e controlo

Tendo em conta os vários factores que podem estar na origem da ocorrência de perdas, tanto as reais como as aparentes, devem as entidades gestoras estabelecer um plano que melhor se adeque às suas necessidades para proceder ao controlo e monitorização das mesmas, no qual veiculem a implementação de programas de detecção, localização e eliminação de perdas (Gomes, R. 2006).

Uma vez que as redes de distribuição são infra-estruturas tipicamente enterradas e não visíveis, a detecção das deficiências existentes não pode ser efectuada de forma directa, sendo necessário recorrer a equipas especializadas e a equipamentos adequados à detecção de fugas para efectuar o seu controlo e monitorização (Alegre H., *et al* 2005).

O combate às perdas aparentes deve ser resolvido a nível institucional, no que concerne ao uso fraudulento de bocas-de-incêndio. Estes sistemas, quando instalados no interior dos edifícios, não dispõem de contadores, para evitar a ocorrência das respectivas perdas de carga localizadas. Assim, o uso fraudulento destes dispositivos é bastante vulgar e deve ser eliminado.

No que concerne aos erros de medição dos contadores, aos erros de medição por deficiente dimensionamento e/ou instalação e aos erros de leitura e/ou de registo, que também afectam as perdas aparentes, o seu controlo depende apenas da acção da entidade gestora.

Já no caso dos erros de medição por avaria, pode a entidade gestora agir no sentido de detectar com celeridade as ocorrências e reduzir a sua frequência.



Para a detecção destes casos, tem de se ter em atenção duas causas que originam uma sub contagem significativa:

- A existência de reservatórios domiciliários que amortecem o diagrama de consumo o que se traduz no registo em contador de caudais muito baixos, com erros de medição muito elevados;
- A existência de fugas ou extravasamentos dentro das habitações, a que correspondem consumos elevados e constantes no tempo, com caudais instantâneos baixos e susceptíveis de sub contagem (Alegre H., *et al* 2005).

O combate às perdas reais pode ser efectuado em duas vertentes principais:

- Em termos físicos, pela realização de reparações pontuais e/ou de reabilitação dos sistemas ou de parte destes (através da substituição, renovação e reforço de elementos do sistema);
- Em termos operacionais, pela gestão de pressões (controlo do valor médio e da sua variação temporal e espacial) para que estas não sejam mais elevadas do que o necessário à prestação de um bom serviço e pela minimização da probabilidade de ocorrência de contaminações exteriores em situações de depressão na rede (nos casos de rupturas e perdas de água prolongadas).

A avaliação das perdas reais permite a identificação de situações graves que carecerem de intervenção e permitem a prioritização das acções a executar, através da programação de um conjunto de intervenções físicas que prolonguem a vida do sistema existente e/ou melhorem o seu desempenho estrutural, hidráulico e/ou de qualidade da água, envolvendo uma alteração da sua condição ou especificação técnica.



Os valores de perda reais elevados são merecedores de atenção, uma vez que, apesar de eventualmente o valor económico da água perdida não justificar uma intervenção, são indicativos que a rede já não está a funcionar em boas condições (Alegre H., *et al* 2005).

Atendendo ao progressivo aumento dos níveis de cobertura da população portuguesa, o planeamento e projecto de sistemas de abastecimento de água incidem fundamentalmente na expansão e reabilitação dos sistemas já existentes. Assim, numa fase inicial, deve ser elaborado e mantido actualizado um plano de acção a médio e longo prazo, compatibilizado com as perspectivas de desenvolvimento da região em análise, onde se regista sistematicamente o grau de cumprimento das acções descritas. Estes planos devem abranger o projecto, a construção e a reabilitação de infra-estruturas, considerando as necessidades identificadas. Nesta ferramenta de apoio à gestão, deve ser veiculada uma estratégia integrada de controlo de perdas, onde se avalie a partir de que nível de perdas é economicamente rentável proceder à intensificação de meios de redução das perdas aparentes (análise custo-benefício), ou no que concerne às perdas reais o valor a partir do qual é viável a melhoria da gestão de pressões e a localização e reparação de fugas não visíveis. O plano a implementar deverá descrever um conjunto de medidas e a sua aplicação temporal, através de um cronograma de trabalhos onde se coordenam as intervenções físicas de controlo de perdas, com as restantes actividades de operação e manutenção das redes (Alegre H., *et al* 2005).



As medidas a considerar podem ser das mais diversificadas, de acordo com as necessidades das entidades gestoras, pelo que se referem aqui alguns exemplos de medidas que têm sido adoptadas pelas entidades gestoras dos sistemas de distribuição de água em Portugal, para o combate ao desperdício de água:

- Sensibilização dos colaboradores para a necessidade de diminuição das perdas de água no sistema de distribuição;
- Inspeção e manutenção dos órgãos das redes e dos diferentes acessórios;
- Realização de acções de formação específicas em metodologias, técnicas e equipamentos de controlo de perdas e detecção de fugas, às equipas directamente envolvidas nesta área;
- Aplicação de medidas que visam a reparação imediata das avarias detectadas e a minimização dos tempos de interrupção do abastecimento de água;
- Identificação das redes com maior incidência de roturas/fugas e renovação das respectivas tubagens;
- Controlo dos medidores de caudal de entrada de água no sistema (quando adquirida a outras entidades);
- Controlo dos contadores dos consumidores, com um controlo mais dedicado dos grandes consumidores através dum sistema de telecontagem;
- Utilização de contadores em todos os pontos de consumo mesmo que não sejam alvo de facturação (e.g. regas de espaços verdes, fontanários e marcos de incêndio);
- Substituição de contadores com uma periodicidade igual ou inferior à definida na legislação em vigor conforme os diâmetros e os consumos registados;



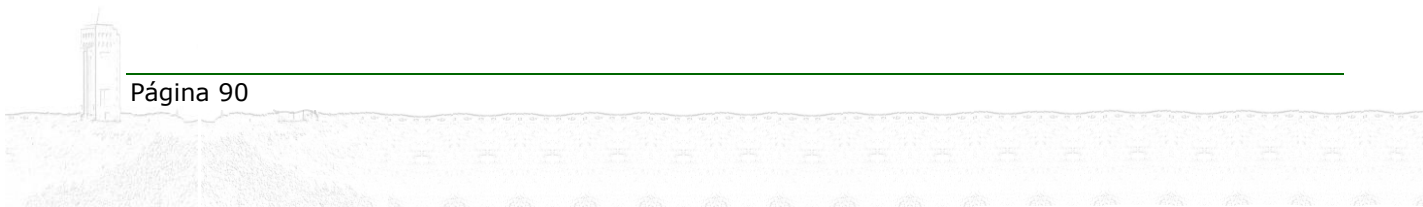
- Implementação de uma metodologia activa de detecção de fugas;
- Constituição de uma equipa dedicada exclusivamente ao controlo e detecção de fugas na rede;
- Sectorização da rede e criação de Zonas de Medição e Controlo (ZMC) de caudais, de acordo com a influência dos reservatórios, patamares de pressão, número de consumidores e comprimento da rede. Controlo quer dos caudais mínimos nocturnos registados, quer dos volumes diários totalizados (vide apêndice G para consulta dos métodos aplicáveis);
- Determinação de proveitos parciais tendo em conta o volume de água introduzido nas ZMC e os consumos registados nas mesmas;
- Realização de campanhas de verificação das instalações particulares e de eventuais ligações clandestinas. Aplicação de medidas coercivas e de sanções no caso de detecção de fraudes;
- Realização anual do cálculo e análise do balanço hídrico. Aplicação de medidas que visam a melhoria do sistema e/ou subsistemas;
- Selecção de indicadores de desempenho que traduzam o desempenho da entidade gestora e seguimento mensal dos mesmos;
- Gestão das pressões ao longo da rede de abastecimento (factor determinante para o caudal total de perdas, para os consumos e para a taxa de roturas), implementada adequadamente e de forma faseada (medida eficaz e com boa relação custo-benefício);
- Reabilitação das condutas de distribuição de água e dos ramais a níveis adequados;



- Criação de estruturas modulares interligadas, proporcionando redundância de pontos de abastecimento em caso de necessidade, mas conferindo a cada módulo, ou sector, um funcionamento simples e mais facilmente controlável.

A modulação de sistemas existentes pode ser conseguida através da:

- Separação da componente de adução da componente de distribuição, em particular quando outros aglomerados populacionais são abastecidos a partir de uma rede de distribuição (ex.: construção do adutor de circunvalação em Lisboa);
- Criação de andares de pressão independentes quando as diferenças de cotas topográficas o justifiquem;
- Sectorização da rede em zonas de reduzida dimensão;
- Realização de inspecções periódicas aos sistemas e aos equipamentos de medição (efectuando nestes uma recalibração periódica);
- Inspeção e operação periódica de todos os marcos de incêndio, bocas-de-incêndio e de rega, e de válvulas do sistema de distribuição (assegurando-se as reparações sempre que necessário e a manutenção dos equipamentos para entrada em funcionamento assim que solicitada);
- Inspeção regular aos reservatórios para detecção de fissuras e/ou fendas, com especial incidência na altura em que se procede ao esvaziamento das células para limpezas periódicas;
- Revisão periódica das instalações elevatórias e quaisquer outros equipamentos electromecânicos;



- Programação cuidada das obras de manutenção, mesmo no caso de obras de emergência (Alegre H., *et al* 2005).

Para além destas medidas, podem ainda ser aplicadas outras de cariz mais estrutural, que permitem a longo prazo a mitigação dos efeitos da seca:

- Criação de armazenamentos de água para amenização de variações sazonais e anuais dos recursos hídricos;
- Realização de uma gestão integrada das águas de superfície e subterrâneas;
- Aplicação generalizada do princípio do utilizador-pagador (Gomes, R. 2006).

Este plano de acção deve ser articulado com o Plano Director Municipal (PDM) em vigor, uma vez que é através deste que o município define as estratégias e prioridades de expansão, e garante desta forma que o crescimento é coerente, harmonioso e eficaz (devendo reflectir os planos de ordenamento do território, onde se interligam a caracterização de disponibilidades e de necessidades com o plano de investimentos). O plano de acção pode e deve incluir o cálculo do nível económico de perdas (NEP), que se define como a situação em que o custo marginal do controlo activo de perdas equilibra o custo marginal da água perdida. Ou seja, a situação em que o custo de redução de perdas em uma unidade de volume é igual ao custo de produção dessa unidade de volume de água. Isto significa que a mais baixa combinação possível entre o custo das acções de controlo de perdas e o preço da água desperdiçada é o nível económico na qual os sistemas devem ser operados (Alegre H., *et al* 2005).



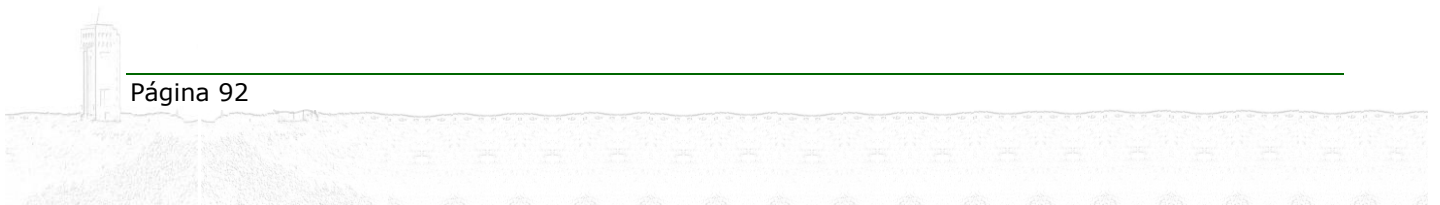
Para além das perdas de água, devem ainda ser considerados como geradores de custos significativos de operação, os custos de energia, os custos com a água importada (quando a água tratada é adquirida a outra entidade) e os custos de pessoal. Assim, em simultâneo com o controlo activo de perdas de água, deve estabelecer-se no plano de acção, a minimização dos consumos de energia para além do necessário à satisfação das necessidades do consumidor, tornando os processos operativos para além de eficientes, mais racionais em termos económicos e ambientais.

Deste modo é fundamental agir de forma concertada, estabelecendo um ciclo periódico de actuação que passe pela correcta avaliação do problema, pela clara definição de objectivos, pelo estabelecimento e implementação de uma estratégia global de actuação e pela avaliação dos resultados obtidos. (Alegre H., *et al* 2005).

VI.4 – Aplicação de medidas de controlo e combate a fugas

Actualmente, devido às medidas que têm sido adoptadas no sector da água, assiste-se a um profundo processo de mudança, motivado por:

- Reconhecimento da necessidade de adoptar uma visão integrada e pluridisciplinar da gestão dos sistemas, que contemple aspectos:
 - Hidráulicos;
 - De qualidade de água;
 - De fiabilidade;



- De gestão de energia;
- De recursos humanos;
- De operação e manutenção;
- Ambientais e sociais, articulados com os aspectos económico-financeiros;
- Consciencialização da necessidade de garantir bons níveis de serviço durante toda a vida da obra (seja na projecção de novos sistemas como na reabilitação dos existentes, onde se deve proceder à identificação e análise dos cenários de operação mais adequados, prevendo soluções flexíveis, eficientes e eficazes);
- Reconhecimento da importância de avaliar o impacto das alterações nos sistemas existentes (pois o aumento do nível de cobertura da população é suportado pela construção de expansões ou reforços de sistemas existentes);
- Necessidade crescente de racionalizar investimentos (mais sentida com a entrada de investidores privados no sector);
- Consciencialização crescente face aos aspectos ambientais, com a necessidade de racionalização do uso dos recursos naturais (em particular da água e da energia);
- Aumento da relevância técnica e da visibilidade pública nas questões de qualidade da água (a par de exigências legais cada vez mais restritivas);
- Maior acessibilidade e disponibilidade de equipamento computacional;
- Reconhecimento da necessidade de integrar toda a informação disponível, promovendo a partilha entre sectores e o uso de cada tipo de dados para fins múltiplos (reflexo da vulgarização do uso de sistemas de informação);



- Relevância crescente do cidadão-consumidor, em particular nos órgãos de comunicação social e nas organizações não governamentais (ONG's) ligadas aos direitos do consumidor e à defesa do ambiente, obrigando à demonstração pública da procura contínua de níveis de qualidade de serviço elevado.

Este conjunto de motivos promoveu a evolução da elaboração de projectos de sistemas de abastecimento de água onde se contemplam os aspectos de operação e manutenção em geral e o controlo activo de perdas em particular. Pretende-se pois que as intervenções físicas decorrentes da necessidade de expansão ou de renovação das redes sejam aproveitadas para facilitar o controlo activo de perdas. Inversamente, as intervenções físicas motivadas especificamente para reduzir perdas devem ser projectadas de modo a trazerem melhorias de desempenho. Quando os sistemas de abastecimento de água não são geridos eficazmente, permitindo que ocorram erros de dimensionamento e de instalação, sendo operados de forma deficiente e não recebendo a manutenção necessária, podem gerar problemas potenciais, que incluem:

- A perda de facturação;
- O enchimento deficiente dos reservatórios durante o período nocturno;
- O funcionamento deficiente das válvulas redutoras de pressão;
- Pressões baixas nos edifícios altos, instalações industriais e outras instalações especiais (Alegre H., *et al* 2005).



É de salientar, que apesar do esforço de mudar e da vontade de se ajustarem cada vez mais aos modelos eficientes de gestão do abastecimento, muitas das entidades gestoras não utilizam os sistemas desenvolvidos no seu dia-a-dia. Este facto deve-se a um conjunto de razões das quais se destacam:

- A falta de receptividade dos utilizadores finais, reagindo negativamente à alteração de rotinas estabelecidas, por falta de preparação técnica, ou por desajuste das facilidades implementadas e das necessidades efectivas;
- O excessivo número de variáveis registadas, o que resulta em elevados tempos de resposta do sistema informático e em volumes de dados exagerados e dificilmente manipuláveis;
- A complexidade excessiva de alguns procedimentos, acarretando necessidade de formação para tarefas que deveriam ser intuitivas;
- A dificuldade de diálogo com outros sistemas de informação (Alegre H., *et al* 2005).

VI.5 – Aplicação concreta ao município de Santiago do Cacém

No município de Santiago do Cacém são já aplicadas algumas das formas de monitorização e controlo descritas no sub capítulo VI.3, sendo as mesmas previstas no Plano Plurianual de Investimentos (PPI) e nas Actividades Mais Relevantes (AMR).



Entre estas medidas encontram-se:

- Elaboração do balanço hídrico para todos os subsistemas do concelho (pela aplicação da ferramenta de auditoria de perdas desenvolvida pelo IRAR), concentrando esforços de actuação nos sistemas com níveis de perda mais elevados;
- Remodelação e reabilitação das condutas mais antigas, de modo a evitar as rupturas sucessivas (o subsistema do Cercal tem sido alvo de remodelações profundas, sendo esperado que os indicadores calculados anualmente comecem a reflectir esta mudança. O subsistema de Alvalade, foi também intervencionado na sequência de obras das Estradas de Portugal S.A. (EP), em duas pontes onde estavam suportadas condutas da rede, com rupturas constantes);
- Substituição de contadores, com a periodicidade estipulada na legislação em vigor;
- Colocação de contadores nas bocas de rega, estando agora a programar-se a colocação em todos os fontanários e a ser equacionada a colocação de sistemas de medição nas bocas e marcos de incêndio.

Contudo, a actuação deve ser ainda mais profunda e estruturada, devendo ser ponderada a criação de um Plano de Acção do Sistema de Abastecimento de Santiago do Cacém, onde se equacione a implementação de várias outras medidas, tais como:

- Constituição de equipa especializada para o controlo activo de perdas;

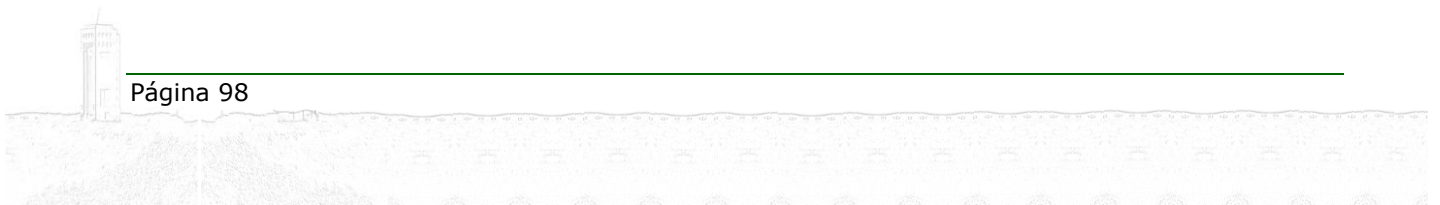


- Constituição de uma equipa de fiscalização, para actuar essencialmente sobre as ligações ilícitas e clandestinas;
- Criação de um gabinete de controlo/gestão da qualidade do serviço (suporte para as equipas), onde o tratamento de dados seja centralizado, funcionando também como centro de informação e gestão do sistema e seus subsistemas;
- Levantamento cadastral da rede existente que se mantenha permanentemente actualizado (com a informação do material, diâmetro da tubagem e ano de implantação/modificação);
- Melhorar a sua actuação no terreno, pela colocação de contadores em todos os pontos de extremidade da rede efectuando o seu controlo periódico;
- Intervenção nas redes mais antigas e complexas onde as condutas funcionam simultaneamente como distribuidoras para o centro urbano e adutoras para os aglomerados urbanos limítrofes, reestruturando-as se possível e equipando-as de modo a conseguir separar estas duas funções para condições normais de funcionamento (Alegre H., *et al* 2005);
- Colocação de bocas de rega nos locais necessários, com contador associado, de modo a eliminar as utilizações dos marcos de incêndio para a rega de zonas ajardinadas;
- Realização de acções de sensibilização para a redução dos consumos excessivos de água e energia tendo numa primeira fase como público-alvo os colaboradores da entidade gestora (com o objectivo de reduzir o consumo interno da entidade que é também responsável por uma fatia grande da água produzida, onde não se gera qualquer receita).



Numa segunda fase devem-se alertar as corporações de bombeiros voluntários, do custo real da água, e do uso exclusivo da mesma para combate a incêndios, eliminando os enchimentos de piscinas muito praticados por estas corporações sazonalmente (no Verão), devendo a mesma ser cobrada ao valor tarifado pela entidade gestora. Numa terceira fase devem consciencializar-se os consumidores para a diminuição dos desperdícios, informando do agravamento de tarifas inerente a consumos elevados;

- Implementação de uma contabilidade analítica e de registos mais precisos e fidedignos (com a criação de procedimentos específicos), que contribuam para um melhor apuramento de dados para o cálculo do balanço hídrico e dos indicadores de desempenho a eles associados, bem como para os indicadores de qualidade de serviço que entrarão brevemente em aplicação para os sistemas municipalizados de gestão directa;
- Realização de estudos económicos de retorno do investimento, sempre que haja necessidade de ampliar a rede de abastecimento, uma vez que a prática comum tem gerado ineficiências grandes nos sistemas, pela criação de ramais demasiadamente longos e consequentemente mais propensos a perdas. Deve ser avaliado, para além da viabilidade técnica do abastecimento, o custo que isso representará para o subsistema e para os outros utilizadores (incluindo os custos de operação e manutenção e eventualmente uma estimativa das perdas, com base nos valores obtidos no balanço hídrico).



O enquadramento legal agora aplicável veio demonstrar que as entidades gestoras públicas efectuem a gestão do seu sistema sem disporem das ferramentas de diagnóstico necessárias e sem a possibilidade de afectação de mais recursos humanos, o que tornará a sua adaptação a esta nova realidade muito onerosa. Assim, a melhoria da actuação dos sistemas municipalizados passará também pela reestruturação dos mesmos, pela criação de sistemas de registo e tratamento de dados (aquisição de *software* específico) e pela contratação de recursos humanos qualificados.



Indicadores de desempenho das redes de abastecimento de água
aplicação prática ao município de Santiago do Cacém



Capítulo VII – Considerações finais

VII.1 – Conclusões

A Câmara Municipal de Santiago do Cacém (CMSC) tem vindo a implementar desde 2006, a auditoria de perdas desenvolvida pelo Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR), como forma de controlo e análise interna, que fundamenta a decisão das intervenções anuais nos diversos subsistemas de abastecimento analisados.

Contudo, apesar deste estudo permitir a comparação da eficiência de funcionamento dos subsistemas de abastecimento de água deste município, por se tratar de uma análise de parâmetros quantitativos concretos, continua ainda a ser uma recolha de dados muito morosa (desenvolvida ao longo de 8/9 meses) que carece de tratamento e análise (com a duração de um mês de trabalho dedicado), exigindo um dispêndio de tempo e uma dedicação a 100%, que os colaboradores desta entidade não dispõem pela sua afectação a outras tarefas de igual relevância.

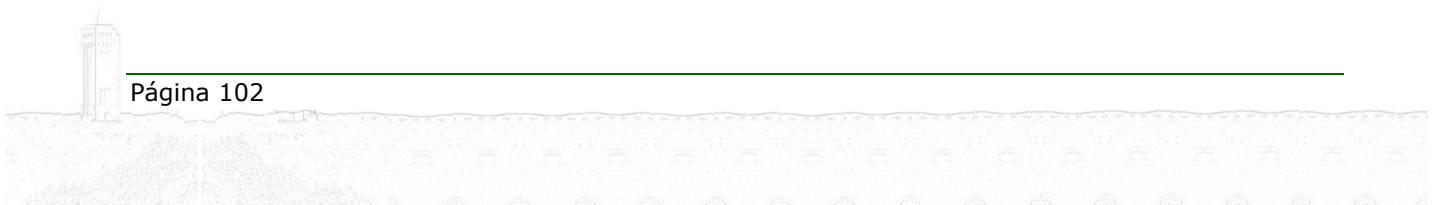
Esta análise foi desenvolvida com base em alguns valores estimados, ou valores globais cuja dissociação não é possível, sendo agravada pela impossibilidade de discriminar os custos e investimento associados, que prejudicam em muito a fiabilidade dos resultados obtidos, e exigem uma observação cuidada e fundamentada com o profundo conhecimento dos subsistemas em avaliação.



Assim, da aplicação desta ferramenta de auditoria de perdas para os três anos analisados (2006 a 2008), conclui-se que os dados recolhidos são ainda insuficientes, quer quantitativamente quer qualitativamente, para a obtenção de resultados fidedignos que traduzam fielmente a realidade dos subsistemas de abastecimento do município.

Por este motivo, optou-se por apresentar neste trabalho uma forma expedita de avaliação de consumos, que apesar de simplista, permite a análise do desempenho dos subsistemas e a posterior actuação naqueles com maiores perdas. Todavia, esta avaliação, apesar de útil por não exigir uma grande afectação de tempo e de recursos humanos, não é suficiente para dar resposta às exigências legais do sector. As entidades gestoras devem procurar organizar-se e estruturar-se, quer para darem uma resposta eficaz e eficiente no abastecimento de água, como para a recolha metódica de dados.

Destaca-se ainda a utilidade da metodologia desenvolvida pelo IRAR, que vem permitir às entidades gestoras avaliarem o seu desempenho, colmatando uma carência sentida no sector. Esta metodologia permite assim, um conhecimento fundamentado dos subsistemas de abastecimento do município e uma actuação concertada em função dos resultados obtidos. De salientar ainda que o IRAR estabeleceu critérios de análise a nível nacional, antevendo a possibilidade de comparação de resultados entre entidades (*benchmarking*).



Os resultados obtidos para o sistema de abastecimento do município de Santiago do Cacém pela aplicação da ferramenta de auditoria de perdas, revelam perdas de água e de receita no ordem dos 50% reflectindo-se este facto nos resultados dos indicadores de desempenho, com valores superiores aos valores de referência estabelecidos pelo IRAR (com expressão significativa, chegando o resultado obtido a ser duas vezes mais que o valor recomendado). Assim, foram recomendadas neste trabalho um conjunto de medidas que deverão ser implementadas complementarmente às acções já desenvolvidas no município. Estas ajudarão a entidade gestora a aumentar a qualidade do seu serviço e a melhorar a sua imagem, por contribuírem para um melhor relacionamento com os seus utilizadores.

As futuras intervenções devem ser articuladas com os planos de ordenamento do território desenvolvidos para o município, uma vez que só uma intervenção planeada e estruturada (a curto, médio e longo prazo) nos serviços, mais concretamente na Divisão de Ambiente de Saneamento Básico (DASB) por ser esta que gere directamente o sector de abastecimento de água, poderá ajudar a dar resposta neste sector de abastecimento que se está a tornar cada vez mais exigente. Por este motivo se sugere a elaboração de um plano de acção que ajude a entidade gestora a orientar-se na busca da excelência e preservação do recurso água, que cada vez mais se torna um bem escasso e que devido à sua disponibilidade actual, continua muitas vezes a ser desperdiçado como se de um recurso abundante e renovável se tratasse.



VII.1 – Recomendações finais

Considerando o exposto neste trabalho, é recomendável a utilização da ferramenta de auditoria de perdas como suporte de avaliação para o planeamento de acções concertadas no terreno. Assim, deverá a Câmara Municipal de Santiago do Cacém ponderar a necessidade de reestruturar os serviços, de forma a melhor sistematizar a recolha de dados e simultaneamente orientar a contabilidade analítica para a recolha dos elementos que fundamentem a aplicação de indicadores de desempenho e de qualidade do serviço, ao abastecimento de água por ela gerido. A estruturação destes elementos irá permitir posteriormente acções de *benchmarking* por comparação com outras entidades no mesmo ramo.

Deverá ainda a entidade gestora equacionar o desenvolvimento de um Plano de Acção, adequado às suas necessidades e interligado com o Plano Director Municipal (PDM) agora em revisão, de forma a aumentar as acções no terreno (quer de inspecção quer de remodelação/reabilitação). Este plano poderá também conter uma forma de análise e ponderação a implementar na decisão sobre a construção de novas redes e/ou ampliações dos subsistemas para zonas menos povoadas ou cuja população esteja a diminuir, com base em critérios económico-financeiros.

A implementação de medidas concertadas no controlo de perdas, preconizadas num plano deste tipo, complementadas com uma informação cadastral actualizada e com equipas especializadas a actuar no terreno, irão permitir a melhoria de desempenho do sistema de abastecimento com a consequente melhoria da qualidade do serviço prestado à população. Esta melhoria de eficiência e eficácia não se obterá apenas pela redução de perdas, mas também pela redução das despesas (necessidade de captar menos água para servir o mesmo objectivo, com menos custos em captação, tratamento e transporte), ou por outro lado como eventual fonte de receitas pela venda de água a outros sistemas mais afectados pela sazonalidade e escassez.



Bibliografia

■ Publicações:

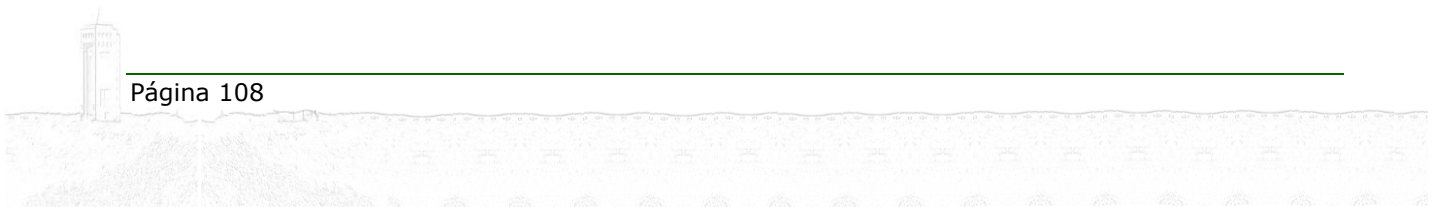
- Alegre, H. (1998). Indicadores de desempenho de sistemas de abastecimento de água. Actas do 4º Congresso da água. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 23 a 27 Março, Lisboa.
- Alegre H., Coelho S., Almeida M., Vieira P. (2005), *Série de Guias Técnicos 3 – Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição*, Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Laboratório Nacional de Engenharia Civil; Lisboa, 306 páginas
- Alegre H., Hirner W., Baptista J., Parena R. (2004), *Série de Guias Técnicos 1 – Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água*, Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Laboratório Nacional de Engenharia Civil; Lisboa, 277 páginas
- Alegre H., Matos R., Neves E., Cardoso A., Duarte P., Baptista J., Pássaro D., Santos R., Fernandes T., Almeida J., Escudeiro M., Nunes M., Ribeiro A., Silva J., Neves T., Freixial P., Figueiredo R., Ramos R., Rodrigues R. (2006), *Guia de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores*, Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Laboratório Nacional de Engenharia Civil; Lisboa, 126 páginas



- Alegre H., Matos R., Neves E., Cardoso A., Duarte P., Baptista J., Pássaro D., Santos R., Pires J., Fernandes T., Almeida J., Escudeiro M., Lobo F., Nunes M., Silva J., Costa A., Neves T., Freixial P., Ferreira R., Ramos R., Rodrigues R. (2009), *Série de Guias Técnicos 12 – Sistema de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores, 1.ª geração do sistema de indicadores de qualidade do serviço*, Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Laboratório Nacional de Engenharia Civil; Lisboa, 175 páginas
- Aqua Eps (2007), Relatório final do projecto de delimitação de perímetros de protecção das captações de água subterrânea de abastecimento público do concelho de Santiago do Cacém
- Azevedo, M. (2003). *Teses relatórios e trabalhos escolares – Sugestões para a estruturação da escrita*. Universidade Católica Editora, Lisboa, 150 páginas
- Câmara Municipal de Santiago do Cacém – Divisão de Ambiente e Saneamento Básico – Avaliação de Sistemas de Adução e Distribuição Pública de Água (Cálculo dos indicadores de desempenho – Avaliação de Perdas nos Sistemas) – Relatório – Ano 2006
- Câmara Municipal de Santiago do Cacém – Divisão de Ambiente e Saneamento Básico – Avaliação de Sistemas de Adução e Distribuição Pública de Água (Cálculo dos indicadores de desempenho – Avaliação de Perdas nos Sistemas) – Relatório Síntese – Ano 2006



- Câmara Municipal de Santiago do Cacém – Divisão de Ambiente e Saneamento Básico – Avaliação de Sistemas de Adução e Distribuição Pública de Água (Cálculo dos indicadores de desempenho – Avaliação de Perdas nos Sistemas) – Relatório – Ano 2007
- Gomes R. (2006), *Controlo de perdas em sistemas de abastecimento de água*, Relatório de Estágio para a Ordem dos Engenheiros – Região Centro, 99 páginas
- Gore, Al (1993), *A Terra à procura de equilíbrio, ecologia e espírito humano*, Editorial Presença, Lisboa, 431 páginas
- Hidroprojecto (2009), *Estudos de concepção geral do sistema plurimunicipal de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais em "alta" do Litoral e Baixo Alentejo, Parte I – Sistema integrado de abastecimento de água, Volume 1 – Dados base. Origens. Critérios. Sistemas existentes*, Revisão 01, Fevereiro 2009
- Kupchella, C.; Hyland, M. (1993), *Environmental science – Living within the system of nature*, Prentice Hall International Editions, Estados Unidos da América, 579 páginas
- Mano, A. P. (1989), *Contribuição para o estudo da aplicabilidade de índices de qualidade da água*, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia; Lisboa, 149 páginas
- PDM (2009), Relatório de Caracterização e Diagnóstico do Plano Director Municipal, Vol6 – Infra-estruturas e Riscos Naturais e Tecnológicos e Vol7 – Ambiente, CESUR, IST, Dezembro 2009



- PEAASAR II (2007-2013) – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Gráfica Maiadouro, 2007
- Rodrigo C., Lopes J., Saúde M., Mendes R., Casimiro R. (2007), *Série de Guias Técnicos 10 – Controlo Operacional em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água*, Instituto Regulador de Águas e Resíduos; Lisboa, 56 páginas
- Seidenberg, S. (1994), *Biblioteca de Informação Juvenil – A Ecologia*, Editorial Estampa, Lisboa, 64 páginas

▪ **Software:**

- Balanço Hídrico do IRAR – Versão LNEC 2004, Versão 2.0 Beta (Junho 2005)
- Balanço Hídrico do IRAR – Versão LNEC 2006, Versão 2.04 Beta (Outubro 2006)

▪ **Sítios da Internet:**

- http://earth-water.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=3,
11 de Agosto de 2009
- <http://www.ambienteonline.pt/noticias/detalhes.php?id=7788>, 11 de
Agosto de 2009



- http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/conteudo_272416.shtml, 11 de Agosto de 2009
- <http://www.census.gov/ipc/www/popclockworld.html>, 11 de Agosto de 2009
- http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_unid_territorial&menuBOUI=13707095&contexto=ut&selTab=tab3, 24 de Janeiro de 2010
- <http://www2.apambiente.pt/atlas/est/index.jsp>, 25 de Janeiro de 2010
- http://www.abcdoambiente.com/index.php?option=com_content&task=view&id=1270&Itemid=220, 2 de Março de 2010

